



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109564680 B

(45) 授权公告日 2023.05.30

(21) 申请号 201780046474.1

(72) 发明人 赤间健人 吴嘉宁 篠田昌孝

(22) 申请日 2017.07.28

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109564680 A

专利代理人 余刚 吴孟秋

(43) 申请公布日 2019.04.02

(51) Int.CI.

G06T 7/00 (2017.01)

(30) 优先权数据

2016-151178 2016.08.01 JP

(56) 对比文件

US 2010195877 A1, 2010.08.05

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

US 2010195877 A1, 2010.08.05

2019.01.25

CN 105407819 A, 2016.03.16

(86) PCT国际申请的申请数据

JP 2009044974 A, 2009.03.05

PCT/JP2017/027435 2017.07.28

JP 2013198817 A, 2013.10.03

(87) PCT国际申请的公布数据

CN 103074410 A, 2013.05.01

W02018/025766 EN 2018.02.08

审查员 郑美雅

(73) 专利权人 索尼公司

权利要求书3页 说明书19页 附图22页

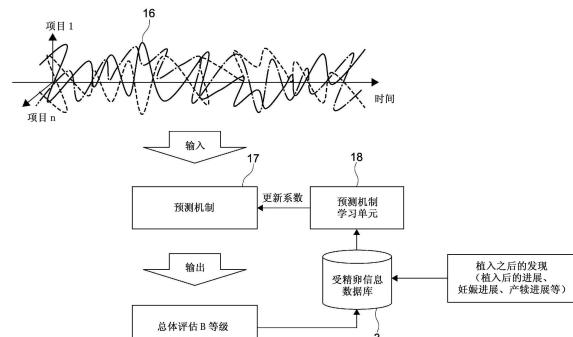
地址 日本东京

(54) 发明名称

信息处理方法和系统

(57) 摘要

用于分析胚胎发育图像的方法和设备。所述方法包括：获取在时间序列中捕捉的多个胚胎发育图像；为多个胚胎发育图像中的至少一个确定用于多个评估项目中的每一者的评估值的时间序列，该多个评估项目与多个胚胎发育图像相关联；并且至少部分地基于用于多个评估项目的评估值的时间序列，来评估在多个胚胎发育图像中的一个或多个中表示的细胞的特性。



1. 一种胚胎发育分析系统,包括:

电路,被配置为:

获取在时间序列中捕捉的多个胚胎发育图像;

为所述多个胚胎发育图像中的至少一个胚胎发育图像确定用于多个评估项目中的每一个评估项目的评估值的时间序列,所述多个评估项目与所述多个胚胎发育图像相关联;

基于确定的用于所述多个评估项目的评估值的时间序列,来预测所述多个评估项目的未来值;并且

至少部分地基于用于所述多个评估项目的评估值的时间序列,来评估在所述多个胚胎发育图像的一者或者中表示的细胞的特性,其中,至少部分地基于所述多个评估项目的预测的所述未来值,来评估所述细胞的特性。

2. 根据权利要求1所述的胚胎发育分析系统,其中,在所述评估值的时间序列中的至少一些评估值对应于所述多个胚胎发育图像中的一些胚胎发育图像。

3. 根据权利要求2所述的胚胎发育分析系统,其中,对于所述多个胚胎发育图像中的一些胚胎发育图像的至少一个评估值对应于以下时间周期:从所捕捉的图像的时间序列中的起始点到在所述多个胚胎发育图像的一者或者中表示的受精卵的预定发育阶段的时间周期。

4. 根据权利要求1所述的胚胎发育分析系统,其中,预测所述多个评估项目的所述未来值包括:使用包含机器学习算法的预测模型来处理用于所述多个评估项目的评估值的时间序列。

5. 根据权利要求4所述的胚胎发育分析系统,其中,所述预测模型包括用于预测所述多个评估项目的所述未来值的多个系数,并且其中,所述电路还被配置为基于确定的用于所述多个评估项目的评估值的时间序列和/或所述多个评估项目的预测的所述未来值,来更新所述多个系数中的一者或者者。

6. 根据权利要求5所述的胚胎发育分析系统,其中,所述电路还被配置为:

在植入与所述细胞相关的胚胎之后,接收关于所述细胞的质量信息;并且

至少部分地基于接收的所述质量信息来更新所述多个系数中的一者或者者。

7. 根据权利要求5所述的胚胎发育分析系统,其中,更新所述多个系数中的一者或者者包括:基于预测的所述未来值和确定的所述评估值的时间序列来计算损耗函数,并且至少部分地基于所计算的损耗函数来更新所述多个系数中的一者或者者。

8. 根据权利要求4所述的胚胎发育分析系统,其中,所述电路还被配置为:至少部分地基于对一个或多个未标记的胚胎发育图像的分析来训练所述预测模型。

9. 根据权利要求1所述的胚胎发育分析系统,其中,预测所述多个评估项目的所述未来值包括:

预处理所述多个胚胎发育图像的图像,其中,预处理所述图像包括归一化所述图像和/或调整所述图像中表示的细胞的位置;并且

至少部分地基于预处理的所述图像来预测所述未来值。

10. 根据权利要求9所述的胚胎发育分析系统,其中,预测所述多个评估项目的所述未来值包括:

基于预处理的所述图像来计算预测模型中的中间表示;并且

至少部分地基于所述中间表示来预测所述未来值。

11. 根据权利要求1所述的胚胎发育分析系统,其中,所述电路还被配置为:

呈现图形用户界面,所述图形用户界面被配置为:

显示所述多个胚胎发育图像;并且

使得用户能够为所述多个胚胎发育图像中的图像指定用于所述多个评估项目中的至少一者的评估值。

12. 根据权利要求11所述的胚胎发育分析系统,其中,所述图形用户界面还被配置为将所述多个胚胎发育图像显示为时间推移序列。

13. 根据权利要求1所述的胚胎发育分析系统,其中,所述电路还被配置为自动确定用于所述多个评估项目中的至少一个评估项目的多个评估值的时间序列。

14. 根据权利要求1所述的胚胎发育分析系统,其中,所述多个评估项目与在所述多个胚胎发育图像的一者或者中表示的所述细胞相关,并且其中,所述多个评估项目包括选自由以下项目构成的组中的至少两个项目:尺寸、形状、球形度、透射率、细胞数量、细胞分裂的均匀程度、对称性、分裂量、分裂速率、时间信息。

15. 根据权利要求1所述的胚胎发育分析系统,其中,评估在所述多个胚胎发育图像的一者或者中表示的所述细胞的特性包括:评估所述细胞的质量。

16. 根据权利要求1所述的胚胎发育分析系统,其中,所述电路还被配置为针对未标记的胚胎发育图像确定用于所述多个评估项目中的一者或者的评估值,其中,该确定是至少部分地基于预测的所述未来值进行的。

17. 根据权利要求1所述的胚胎发育分析系统,其中,评估在所述多个胚胎发育图像的一者或者中表示的所述细胞的特性包括:评估在所述多个胚胎发育图像的一者或者中表示的胚胎的特性。

18. 一种胚胎发育分析方法,包括:

获取在时间序列中捕捉的多个胚胎发育图像;

为所述多个胚胎发育图像中的至少一个胚胎发育图像确定用于多个评估项目中的每一个评估项目的评估值的时间序列,所述多个评估项目与所述多个胚胎发育图像相关联;

基于确定的用于所述多个评估项目的评估值的时间序列,来预测所述多个评估项目的未来值;并且

至少部分地基于用于所述多个评估项目的评估值的时间序列,来评估在所述多个胚胎发育图像的一者或者中表示的细胞的特性,其中,至少部分地基于所述多个评估项目的预测的所述未来值,来评估所述细胞的特性。

19. 一种胚胎发育分析系统,包括:

图像捕捉装置,被配置为捕捉胚胎发育图像的时间序列;

数据库,被配置为存储所捕捉的胚胎发育图像的时间序列;以及

电路,被配置为:

指示所述图像捕捉装置对所述胚胎发育图像的时间序列进行捕捉;

为多个所述胚胎发育图像中的至少一个胚胎发育图像确定用于多个评估项目中的每一者的评估值的时间序列,所述多个评估项目与多个所述胚胎发育图像相关联;

基于确定的用于所述多个评估项目的评估值的时间序列,来预测所述多个评估项目的

未来值；并且

至少部分地基于用于所述多个评估项目的评估值的时间序列，来评估在多个所述胚胎发育图像的一者或者中表示的细胞的特性，其中，至少部分地基于所述多个评估项目的预测的所述未来值，来评估所述细胞的特性。

## 信息处理方法和系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2016年8月1日提交的日本优先权专利申请JP2016-151178的权益，其全部内容通过引用结合于此。

### 技术领域

[0003] 本技术涉及一种信息处理设备、一种信息处理方法和一种程序，其适用于评估受精卵等。

### 背景技术

[0004] 专利文献1公开了一种技术，其中，对农场动物等的受精卵进行培养并生长到足以植入。根据专利文献1，图像处理设备以恒定的照明方向在不同时间捕捉一个受精卵的图像，并获取包括所捕捉图像的图像组。从获取的图像组中选择参考图像，并且检测所选择的参考图像的受精卵的轮廓，作为参考轮廓。参照参考轮廓执行预定轮廓处理，因此，对图像组的任意图像的受精卵的轮廓进行确定。结果，对图像组的所有图像的受精卵的位置进行精确地匹配，因此，可以输出这种受精卵图像。因此，提高了分析受精卵的精度(专利文献1，说明书，段落[0029]、[0041]至[0043]以及[0078]等)。

[0005] 引文列表

[0006] 专利文献

[0007] PTL 1:日本专利申请公开号2011-192109。

### 发明内容

[0008] 技术问题

[0009] 期望提供一种高精度地评估待观察的受精卵等的技术。

[0010] 鉴于上述情况，期望提供一种信息处理设备、一种信息处理方法和一种程序，利用该信息处理设备、信息处理方法和程序，可以高精度地评估待观察的细胞。

[0011] 问题的解决方案

[0012] 根据本公开，提供了一种胚胎发育分析系统。该胚胎发育分析系统包括电路，该电路被配置为：获取在时间序列中捕捉的多个胚胎发育图像；为所述多个胚胎发育图像中的至少一个胚胎发育图像确定用于多个评估项目中的每一个评估项目的评估值的时间序列，所述多个评估项目与所述多个胚胎发育图像相关联；并且至少部分地基于用于所述多个评估项目的评估值的时间序列，来评估在所述多个胚胎发育图像的一者或者中表示的细胞的特性。

[0013] 此外，根据本公开，提供了一种胚胎发育分析方法。所述胚胎发育分析方法包括：获取在时间序列中捕捉的多个胚胎发育图像；为所述多个胚胎发育图像中的至少一个胚胎发育图像确定用于多个评估项目中的每一者的评估值的时间序列，所述多个评估项目与所述多个胚胎发育图像相关联；并且至少部分地基于用于所述多个评估项目的评估值的时间

序列,来评估在所述多个胚胎发育图像的一者或者中表示的细胞的特性。

[0014] 此外,根据本公开,提供了一种胚胎发育分析系统。该胚胎发育分析系统包括:图像捕捉装置,被配置为捕捉胚胎发育图像的时间序列;数据库,被配置为存储所捕捉的胚胎发育图像的时间序列;以及电路,被配置为:指示所述图像捕捉装置对所述胚胎发育图像的时间序列进行捕捉;为多个所述胚胎发育图像中的至少一个胚胎发育图像确定用于多个评估项目中的每一者的评估值的时间序列,所述多个评估项目与多个所述胚胎发育图像相关联;并且至少部分地基于用于所述多个评估项目的评估值的时间序列,来评估在多个所述胚胎发育图像的一者或者中表示的细胞的特性。

[0015] 根据本技术的实施方式,提供了一种信息处理设备,包括获取单元、分配单元和评估单元。

[0016] 获取单元被配置为获取在时间序列中捕捉的细胞的多个图像。

[0017] 分配单元,被配置为针对多个获取的图像,将时间序列中的评估值分配给一个或多个预定评估项目中的每一个。

[0018] 评估单元,被配置为基于所分配的时间序列中的评估值的时间变化来评估所述细胞。

[0019] 根据该信息处理设备,为时间序列中捕捉的细胞的多个图像分配时间序列中的评估值。此外,基于分配的评估值的时间变化来评估细胞。因此,可以高精度地评估待观察的细胞。换言之,可以根据综合时间序列评估来评估细胞。

[0020] 评估单元可以被配置为根据第一机器学习算法来评估细胞。因此,可以高精度地评估待观察的细胞。分配单元可以被配置为:为所述多个获取的图像中的每一个分配评估值。

[0021] 因此,可以提高评估的精度。分配单元可以被配置为:为包括时间序列中依次捕捉的多个图像的图像组分配评估值。因此,可以减少分配评估值的时间和精力。分配单元可以包括预测单元,所述预测单元被配置为计算预测评估值,所述预测评估值是所述评估值的预测值。在这种情况下,所述信息处理设备还包括输出单元,所述输出单元被配置为输出用于输入评估值的GUI(图形用户界面),所述GUI显示预测评估值。

[0022] 因此,可以帮助用户输入评估值,并减少输入评估值的时间和精力。

[0023] 预测单元可以被配置为根据第二机器学习算法来计算预测评估值。

[0024] 因此,可以高精度地计算预测评估值,并令人满意地帮助用户输入评估值。

[0025] GUI能够执行以下中的至少一个操作:输入所显示的预测评估值作为评估值的操作以及校正所显示的预测评估值并输入校正值作为评估值的操作。

[0026] 因此,可以令人满意地帮助用户输入评估值,并令人满意地减少输入评估值的时间和精力。

[0027] GUI能够执行在时间序列中依次输入评估值的操作。

[0028] 因此,可以令人满意地帮助用户输入评估值。

[0029] 预测单元可以被配置为从图像中选择参考图像,评估值已经分配给图像。在这种情况下,GUI可以被配置为显示所选择的参考图像并显示参考评估值,所述参考评估值分配给所选择的参考图像。

[0030] 因此,用户可以在确认参考图像及其参考评估值的同时输入评估值。

[0031] GUI能够执行输入所显示的参考评估值作为评估值的操作以及校正所显示的参考评估值并输入校正值作为评估值的操作中的至少一个。

[0032] 因此,可以令人满意地帮助用户输入评估值。

[0033] GUI可以被配置为显示分配给所选择的参考图像的参考评估值的时间变化。

[0034] 因此,可以令人满意地帮助用户输入评估值。

[0035] 预测单元可以被配置为选择与参考图像相似图像,所述相似图像与要预测其评估值的图像相似。

[0036] 因此,可以令人满意地帮助用户输入评估值。

[0037] 分配单元可以被配置为选择彼此相似的多个图像,作为要预测其评估值的图像组。

[0038] 因此,可以有效地输入多个图像的评估值。

[0039] 分配单元可以被配置为选择不同图像,作为要预测其评估值的图像,利用对图像的参考来选择所述不同图像,所预测评估值已经分配给所述图像。在这种情况下,预测单元可以被配置为使用分配给所选择的不同图像的评估值,作为第二机器学习算法的监督数据。

[0040] 因此,可以提高计算预测评估值的精度,并令人满意地帮助用户输入评估值。

[0041] 分配单元可以被配置为选择其预测评估值的确定性低于其他图像的预测评估值的确定性的图像,作为要预测其评估值的图像。在这种情况下,预测单元可以被配置为使用分配给预测评估值的确定性低的所选择的图像的评估值,作为第二机器学习算法的监督数据。

[0042] 因此,可以提高计算预测评估值的精度,并令人满意地帮助用户输入评估值。

[0043] 根据本技术的实施方式,提供了一种可由计算机系统执行的信息处理方法。该信息处理方法包括:获取在时间序列中捕捉的细胞的多个图像;针对多个获取的图像,将时间序列中的评估值分配给一个或多个预定评估项目中的每一个;并且基于所分配的时间序列中的评估值的时间变化来评估所述细胞。

[0044] 根据本技术的实施方式,提供了一种可由计算机系统执行的程序。该程序促使计算机系统:获取在时间序列中捕捉的细胞的多个图像;针对多个获取的图像,将时间序列中的评估值分配给一个或多个预定评估项目中的每一个;并且基于所分配的时间序列中的评估值的时间变化来评估所述细胞。

[0045] 本发明的有益效果

[0046] 如上所述,根据本技术,可以高精度地评估待观察的细胞。注意,上述效果不限于此。将获取将在本公开中描述的任何效果。

## 附图说明

[0047] 图1是示意性示出根据第一实施方式的评估系统的配置示例的示图。

[0048] 图2是表示受精卵的评估示例的流程图。

[0049] 图3是示出如何在时间序列中分配评估值以及如何计算变化波形的示图。

[0050] 图4是示出基于变化波形的总体评估的示图。

[0051] 图5是示出辅助系统的功能配置示例的方框图。

- [0052] 图6是示意性地示出用于输入评估值的GUI的配置示例的示图。
- [0053] 图7是示出辅助系统的总体操作的示例的流程图。
- [0054] 图8是示出用于通过预测机制执行学习和用于计算中间表示分布的基本方框的示图。
- [0055] 图9是执行监督学习的流程图。
- [0056] 图10是示出通过预测机制基于未标记的图像的学习示例的流程图。
- [0057] 图11是示出如何计算中间表示分布的示例的流程图。
- [0058] 图12示出了用于选择要标记的图像的基本方框。
- [0059] 图13是示出基于受精卵图像的新颖度的处理示例的流程图。
- [0060] 图14是示出基于预测评估值的确定性的处理示例的流程图。
- [0061] 图15是示出用于执行支持标记的基本方框的示图。
- [0062] 图16是示出支持标记的处理示例的流程图。
- [0063] 图17是示出用于执行自动标记的基本方框的示图。
- [0064] 图18是示出自动标记的处理示例的流程图。
- [0065] 图19是示意性地示出评估系统如何自动计算总体评估的示图。
- [0066] 图20A是示出如何将时间序列中的评估值分配给每个评估项目的另一示例的示图。
- [0067] 图20B是示出如何将时间序列中的评估值分配给每个评估项目的另一示例的示图。
- [0068] 图21是示出如何分配受精卵图像的评估值的示例的示图。
- [0069] 图22是示出预测机制处理器单元的另一配置示例的方框图。

## 具体实施方式

- [0070] 在下文中,将参照附图描述本技术的实施方式。
- [0071] <第一实施方式>
- [0072] (评估系统)  
[0073] 图1是示意性示出根据本技术的第一实施方式的评估系统的配置示例的示图。评估系统100包括培养容器1、图像捕捉单元2、受精卵信息DB(数据库)3、显示装置4和信息处理设备10。
- [0074] 培养容器1能够容纳培养液和细胞5,并且是半透明的,以便能够从外部捕捉细胞5的图像。培养容器1的形状没有特别限制,例如,使用具有浅盘形(shallow dish shape)的培养皿等培养容器1。注意,培养容器1和细胞5的数量不受限制,可以同时捕捉其图像。
- [0075] 在本实施方式中,待培养的细胞5的示例是家畜工业领域和其他领域中的动物的受精卵,这种受精卵将被描述为示例(在下文中,将称为由相同的附图标记表示的受精卵5)。不限于此,本技术适用于家畜工业领域和其他领域中的任意细胞(例如,未受精的卵细胞(卵细胞)、胚胎等),以及例如,从再生医学领域、病理生物学领域和其他领域中的活体(例如,干细胞、免疫细胞和癌细胞)获取的生物样本的任意细胞。
- [0076] 此外,在本说明书中,“细胞”(单数)至少在概念上包括单个细胞和多个细胞的集合。本文所指的一个或多个“细胞”涉及在胚胎发育的一个或多个阶段中观察到的细胞,包

括但不限于卵母细胞、卵子(卵)、受精卵(受精卵)、胚泡和胚胎。

[0077] 图像捕捉单元2在时间序列中以预定的图像捕捉间隔捕捉容纳在培养容器1中的受精卵5的图像。结果,图像捕捉单元2生成在培养过程中转换的受精卵5的多个图像(下文中,称为受精卵图像)。可以任意设置捕捉的受精卵图像的数量、图像捕捉间隔等。例如,在IVC周期(体外培养周期)为9天并且图像捕捉间隔为5分钟的情况下,捕捉一个受精卵5的大约2600个受精卵图像。

[0078] 图像捕捉单元2包括可见光相机,该可见光相机包括图像传感器,例如,CMOS(互补金属氧化物半导体)传感器和CCD(电荷耦合器件)传感器。可以使用红外(IR)相机、偏振相机或其它相机来代替可见光相机或作为可见光相机的补充。

[0079] 受精卵信息DB 3存储由图像捕捉单元2捕捉的与受精卵ID、图像捕捉时间、培养条件等相关联的多个受精卵图像。受精卵信息DB 3进一步存储受精卵的评估值和总体评估(稍后描述)。

[0080] 显示装置4包括例如使用液晶、EL(电致发光)等的显示装置以及用于输入用户操作的操作装置(操作单元),例如,键盘和鼠标。显示装置4也可以是一体地包括显示装置和操作装置的触摸面板。

[0081] 信息处理设备10、受精卵信息DB 3和显示装置4如何彼此连接并不受限。例如,这些装置可以彼此连接,使得这些装置可以经由诸如互联网等网络彼此通信。因此,信息处理设备10和受精卵信息DB3可以经由网络远程访问,并且可以根据需要控制,并接收预期的操作。

[0082] 信息处理设备10控制评估系统100的相应方框的操作。在本实施方式中,信息处理设备10控制图像捕捉单元2的操作,并且图像捕捉单元2由此捕捉多个受精卵图像。此外,信息处理设备10基于多个受精卵图像来评估受精卵5。注意,根据可能的配置,信息处理设备10基于由另一图像捕捉系统等捕捉的多个受精卵图像来仅评估受精卵。

[0083] 信息处理设备10包括计算机基本上包括的硬件资源,例如,CPU(中央处理单元)、ROM(只读存储器)、RAM(随机存取存储器)和HDD(硬盘驱动器)。例如,信息处理设备10可以是PC(个体计算机)。或者,信息处理设备10可以是其它任意的计算机。

[0084] CPU将存储在ROM或HDD中的本技术的程序加载到RAM中并执行该程序,由此实现获取单元11、分配单元12和评估单元13,即,功能块。此外,这些功能块执行本技术的信息处理方法。注意,必要时,专用硬件资源可用于实现相应的功能块。

[0085] 该程序例如记录在各种记录介质中的一个中,并安装到信息处理设备10中。或者,可以经由互联网安装该程序。

[0086] (对受精卵的评估)

[0087] 图2是示出根据本技术的受精卵的评估示例的流程图。图3和图4均是示出图2的步骤的示图。

[0088] 获取单元11获取在时间序列中捕捉的多个受精卵图像(步骤101)。如图3所示,以与图像捕捉时间t相关联的方式获取多个受精卵图像15。可以预处理获取的受精卵图像15,例如,可以归一化图像,可以调整受精卵5的位置,可以高亮过滤形状,以此类推。

[0089] 分配单元12针对多个获取的受精卵图像15,将时间序列中的评估值分配给一个或多个预定评估项目中的每一个(步骤102)。如图3所示,在本实施方式中,作为一个或多个预

定评估项目,设置评估项目1至n。

[0090] 特定评估项目没有特别限制,而是可以任意设置。受精卵5的评估项目的示例包括大小、形状、球形度、透射率、细胞分裂数(速率)、细胞分裂的均匀程度、对称性质、分裂量、分裂速率等。评估项目的示例还包括时间信息,根据受精卵5的转换来计算该时间信息,例如,细胞分裂间隔时间周期(包括早期细胞分裂之前的时间、早期细胞分裂和第二次细胞分裂之间的间隔等)。

[0091] 此外,不限于预设的评估项目,评估系统100可以自动设置影响受精卵5的质量(等级)的评估参数,作为评估项目。

[0092] 如图3所示,针对多个受精卵图像15,将评估值分配给评估项目1至n中的每一个。结果,将时间序列中的评估值分配给每个评估项目。时间序列中的评估值可以按顺序分配给多个受精卵图像15中的每一个,或者可以按任意顺序分配评估值。无论如何,评估值分配给每个受精卵图像15,因此,分配时间序列中的评估值。

[0093] 针对评估项目,作为评估值分配的特定值是不同的。例如,等级A至F中的一个被分配给受精卵5的球形度和细胞分裂的均匀程度中的每一个。在这种情况下,例如,评估值“无评估”分配给多个受精卵图像15中的未评估的图像(例如,评估项目是细胞分裂状态,并且在图像中没有发现细胞分裂等)。此外,二进制(即,0或1)可以作为评估值分配给某个评估项目(例如,如果满足或不满足预期条件等)。

[0094] 在评估项目是取决于受精卵5的状态转换的时间信息的情况下,例如,细胞分裂间隔时间周期,可以分配指示每个状态的值作为评估值。例如,可以按原样分配细胞分裂的数量,作为评估值,并且可以基于该评估值来计算细胞分裂间隔时间周期,作为评估结果。换言之,针对相应评估项目的评估值不仅包括受精卵图像15的评估结果(A级至F级等),还包括用于生成评估结果的参数(细胞分裂的数量等)。

[0095] 例如,响应于专家(用户)(例如,胚胎学家)对显示装置4的输入操作,来分配评估值。例如,用户观察在显示装置4上显示的受精卵图像15,并且同时输入他的发现(finding),作为评估值。分配单元12针对受精卵图像15分配输入的评估值。

[0096] 或者,信息处理设备10可以自动分配评估值。例如,分配单元12分析受精卵图像15,并将评估值分配给相应评估项目。或者,分配单元12可以根据预定的机器学习算法来分配评估值。

[0097] 例如,可以使用采用神经网络的机器学习算法,例如,RNN(递归神经网络)、CNN(卷积神经网络)和MLP(多层感知器)。或者,可以使用执行监督学习、非监督学习、半监督学习、强化学习或其他学习的任意机器学习算法。

[0098] 在第二实施方式中,将详细描述分配单元12如何根据机器学习算法分配评估值。

[0099] 如图3所示,根据本实施方式,基于为多个受精卵图像15分配的评估值,来计算变化波形16,变化波形16示出每个评估项目的时间变化。图3示意性地示出了评估项目1和n的两个评估轴(evaluationaxes)以及三个变化波形16。实际上,生成分别对应于评估项目1至n的变化波形1至n。注意,可以为每个评估项目设置变化波形16的计算运行/不运行(go or no-go)。

[0100] 评估单元13基于时间序列中的评估值的时间变化,即,基于变化波形16,根据预定的机器学习算法对受精卵5进行评估。

[0101] 具体地,如图4所示,每个评估项目的变化波形16输入到评估单元13的预测机制17中(步骤103)。根据预定的机器学习算法来计算预测值(步骤104)。在本实施方式中,计算在将受精卵5植入子宫等之后的评估项目的预测值(植入后的进展、受孕率、妊娠进展、产犊进展、产犊后的进展、小牛的生长、成年牛的育种值等)。

[0102] 基于计算出的预测值,来执行对受精卵5的总体评估(步骤105)。例如,如图4所示,A级至F级中的一级或另一级被确定以指示受精卵5是否最适合待植入的胚胎。注意,例如,仅基于在步骤104中输出的植入之后对评估项目的预测值来执行总体评估。或者,也可以基于在步骤102中分配的用于评估项目的评估值(变化波形16)来执行总体评估。从预测机制17输出的预测值和受精卵5的总体评估存储在受精卵信息DB 3中。

[0103] 评估单元13的预测机制学习单元18基于机器学习算法来更新预测机制17。基于例如存储在受精卵信息DB 3中的多个受精卵图像15、相应评估项目的评估值(变化波形16)、从预测机制17输出的预测值以及受精卵5的总体评估,来更新作为用于计算预测值的参数的系数。更新后的系数输出到预测机制17。

[0104] 此外,如图4所示,关于基于总体评估而选择为待植入胚胎的受精卵5,例如,胚胎学家、兽医或其他专家在植入之后的发现(植入后的进展、受孕率、妊娠进展、产犊进展、产犊后的进展、小牛的生长、成年牛的育种值等)被存储在受精卵信息DB 3中。植入后的发现也用作机器学习算法的监督数据。

[0105] 在本实施方式中,评估单元13使用的机器学习算法对应于第一机器学习算法。第一机器学习算法没有特别限制,例如,可以使用上述各种机器学习算法中的一种。例如,根据机器学习算法,最小化输入的变化波形和已执行总体评估的变化波形之间的差异。然后,使从受精卵5中适应机器学习,受精卵的变化波形具有最小的差值。

[0106] 注意,与评估项目1至n相对应的所有变化波形1至n不必输入预测机制17。或者,可以输入变化波形1至n中的一些,并且可以基于此来计算预测值。此外,可以基于计算出的预测值来执行总体评估。结果,可以减少处理负荷,并且可以缩短处理时间。

[0107] 如上所述,根据本实施方式,评估系统100为在时间序列中捕捉的受精卵5的多个受精卵图像15分配时间序列中的评估值。此外,评估系统100根据预定的机器学习算法,基于变化波形16来评估受精卵5,变化波形16是分配的评估值的时间变化。因此,可以高精度地评估待观察的受精卵5。

[0108] 实现了高精度的评估,其中,全面覆盖了受精卵5的时间变化、质量波动、培养过程中的各种变化等。这种评估的准确度高于例如基于在特定日期/时间点(例如,IVC周期中的第2天、第5天、第7天和其他天)的受精卵5的评估值的评估。结果,可以找到高质量的受精卵5,尽管以前没有识别出。此外,可以更容易地分析在受精卵5的不同生长条件和环境下受精卵5的评估变化,并且可以更容易地发现更好的条件和更好的环境。

[0109] 注意,受精卵图像15的数量和评估项目的数量越多,评估的精度越高。可以根据需要来确定受精卵图像15的数量和评估项目的数量,例如,考虑到期望的评估精度、分配评估值的负荷(例如,用户输入评估值的成本等)以及其他因素。

[0110] <第二实施方式>

[0111] 将描述根据本技术的第二实施方式的评估系统。在下文中,将省略或简化与第一实施方式中描述的评估系统100的配置和功能相似的配置和功能的描述。

[0112] (用于辅助输入评估值的辅助系统)

[0113] 本实施方式的评估系统包括辅助用户输入评估值的辅助系统。辅助系统能够辅助用户在分配图2的评估值(步骤102)时输入用于多个受精卵图像15中的每一者的评估值。

[0114] 图5是示出辅助系统的功能配置示例的方框图。辅助系统150包括辅助处理器单元30、学习预测机制50、显示控制器单元60和多个DB 70。

[0115] 辅助处理器单元30包括预处理器单元31、预测机制处理器单元32、中间表示处理器单元33、待标记图像确定单元34和变化程度计算单元35。预处理器单元31预处理图像,例如,对图像进行归一化,调整受精卵5的位置,高亮过滤形状等。

[0116] 预测机制处理器单元32包括预测机制学习单元36、中间表示计算单元37和预测值计算单元38。这些方框与学习预测机制50计算预测评估值,预测评估值是对评估值的预测值,评估值用于要标记的受精卵图像15的每个评估项目。注意,标记对应于每个评估项目的评估值。

[0117] 在本实施方式中,根据预定的机器学习算法(第二机器学习算法),计算预测评估值。具体地,输入预处理的未标记的受精卵图像15,计算中间表示,然后计算预测评估值。注意,中间表示意味着在网络的中间层中输出。换言之,中间表示是一定量的特性,非常好地表示图像特性。

[0118] 预测机制学习单元36更新预测机制的系数(用于计算预测评估值的参数),并将更新的系数输出到学习的预测机制50。例如,基于预测评估值和用户输入的评估值来计算损耗函数,并用获取的值更新系数。注意,也可以可替换地使用除此之外的方法。在下文中,预测机制处理器单元32和学习的预测机制50有时将统称为预测机制。

[0119] 第二种机器学习算法没有特别的限制,使用了DNN(深度神经网络),例如,上述CNN。或者,可以使用另一种机器学习算法。此外,第一机器学习算法可以与第二机器学习算法相同或不同。

[0120] 中间表示处理器单元33包括中间表示分布更新计算单元39、相似图像搜索单元40和新颖度计算单元41。这些方框分别更新中间表示分布,搜索相似图像,并计算受精卵图像15的新颖度。

[0121] 待标记图像确定单元34包括异常图像确定单元42和低确定性图像确定单元43。这些方框选择要标记的受精卵图像15,即,要分配评估值的受精卵图像15。

[0122] 变化程度计算单元35计算预测评估值的变化程度。计算出的变化程度输出到待标记图像确定单元34的低确定性图像确定单元43。换言之,评估值的变化程度用于选择要标记的图像。

[0123] 显示控制器单元60包括预测评估值显示单元61、目标个体图像显示单元62、参考评估值显示单元63和相似图像显示单元64。这些方框显示待标记的受精卵5的受精卵图像15(对于目标个体)和预测评估值。此外,这些方框显示相似个体的受精卵图像15(相似图像)和参考评估值。

[0124] 在本实施方式中,显示控制器单元60生成用于输入评估值的GUI,用于输入评估值,并将生成的GUI输出到显示装置4。用于输入评估值的GUI显示标记的受精卵图像15、预测评估值、相似图像以及相似图像的参考评估值。在本实施方式中,辅助处理器单元30和学习预测机制50实现预测单元,显示控制器单元60实现输出单元。

[0125] 多个DB 70在受精卵信息DB 3中，并且包括标记图像DB 70a、未标记图像DB 70b和中间表示分布DB 70c。DB 70分别存储要分配评估值的标记图像、尚未分配评估值的未标记图像以及中间表示分布。

[0126] (用于输入评估值的GUI)

[0127] 图6是示意性地示出用于输入评估值的GUI的配置示例的示图。GUI 200包括目标个体显示区域210、相似个体显示区域220、评估项目按钮230和滑块235。

[0128] 目标个体显示区域210包括目标图像显示区域211和预测评估值显示区域212。在目标图像显示区域211上显示受精卵图像15，选择该图像，作为分配了评估值的图像。受精卵图像15在时间序列中连续显示(再现为运动图像)。用户输入用于再现、快进、快退并且停止图像的操作和其他操作。因此，可以显示处于所需发育阶段(developing stage)的受精卵图像15。

[0129] 在预测评估值显示区域212中显示由预测值计算单元38计算的预测评估值。如图6所示，在本实施方式中，显示预测变化波形213，该预测变化波形213显示预测评估值的时间变化。在预测评估值显示区域212中显示的曲线图中，X轴显示时间轴(发育阶段)，Y轴显示评估值(等级等)。在时间序列中再现受精卵图像15的情况下，在曲线图上显示时间显示条214。时间显示条214指示捕捉所显示的受精卵图像15的日期/时间。时间显示条214可以移动，从而可以显示不同的受精卵图像15。

[0130] 注意，例如，通过操作评估项目按钮230或输入另一操作，可以根据需要选择要在GUI 200上显示的评估项目。

[0131] 相似的个体显示区域220包括参考图像显示区域221和参考评估值显示区域222。参考图像显示区域221显示从分配了评估值的受精卵图像15中选择的参考图像。参照参考图像来输入评估值。在本实施方式中，显示相似图像223。相似图像223类似于要预测评估值的受精卵图像15。在时间序列中连续显示相似图像223。用户可以输入用于再现和停止相似图像223的操作和其他操作。

[0132] 在参考评估值显示区域222中显示分配给相似图像223的参考评估值。在本实施方式中，显示参考变化波形224，该参考变化波形224显示参考评估值的时间变化。当在时间序列中再现相似图像223时，在曲线图上显示的时间显示条225移动。例如，在时间显示条214和225设置在相同位置的情况下，图像可以彼此比较，评估值可以彼此比较。

[0133] 如图6所示，在本实施方式中，在参考图像显示区域221中显示多个相似图像223。每个相似图像223与标记的受精卵图像15具有高变化程度。例如，多个相似图像223可以以变化程度的降序排列。

[0134] 用户可以选择观看相似图像223，要在参考图像显示区域221中放大并显示该图像。在参考评估值显示区域222中显示分配给所选择的相似图像223的评估值的参考变化波形224。

[0135] 此外，如图6所示，可以显示关于分配的参考评估值的分配信息。在图6的示例中，显示了分配参考评估值的胚胎学家或生物专家(A先生)的信息。或者，可以显示分配的日期/时间或其他信息。由于显示了这种分配信息，例如，所以用户可以识别由另一用户分配的评估值和由该用户分配的评估值之间的差异或差距(gap)。结果，可以减少分配的评估值的变化。

[0136] 在与评估值的等级或其他信息相对应的位置显示滑块235。滑块235例如用于输入评估值、校正预测评估值等。例如，时间显示条214位于曲线图中显示的受精卵图像15的发育阶段的位置。滑块235位于与一个预测评估值相对应的位置，该位置与时间显示条214交叉。例如，通过上下移动滑块235，可以校正预测评估值。注意，在选择相似个体的情况下，可以在对应于参考评估值的位置显示滑块235。此外，通过操作滑块235，可以校正参考评估值。

[0137] 如图6所示，可以在目标图像显示区域211中显示从未标记的受精卵图像15中选择的相似图像215。此时，选择彼此相似的多个受精卵图像15，作为要预测其评估值的未标记的图像组。

[0138] 为在未标记图像组中要预测的每个图像计算预测评估值。根据需要，从未标记的图像组中选择受精卵图像15。因此，根据需要，在预测评估值显示区域212中显示不同的预测变化波形213。在显示未标记的图像组的情况下，可以同时标记多个受精卵图像15。注意，稍后将参考图15的方框图描述如何选择未标记的相似图像215。

[0139] 将描述如何通过使用用于输入评估值的GUI200来输入评估值的示例。可以按原样输入在GUI 200上显示的预测评估值(预测变化波形213)，作为评估值。例如，用户触摸(例如，双击)显示预测评估值的预测评估值显示区域212，选择预定按钮(未示出)，或者输入另一操作。当然，也可以采用除此之外的操作。

[0140] 此外，可以校正GUI 200上显示的预测评估值，并且可以输入校正值，作为评估值。显示校正的预测评估值，作为校正标记216。

[0141] 例如，用户移动时间显示条214。当用户正在观看受精卵图像15的运动图像并且想要校正预测评估值时，他将时间显示条214停留在相应的位置。他将停留在对应于预测评估值的位置的滑块235移动到对应于期望评估值的位置。结果，校正预测变化波形213，并显示校正标记216。注意，校正预测评估值的操作不受限制。或者，可以直接校正预测的变化波形213。在校正预测的变化波形213之后，输入选择校正标记216作为受精卵图像15的变化波形16的操作。

[0142] 此外，对于在时间序列中再现的多个受精卵图像15，可以在时间序列中依次输入评估值。例如，滑块235在再现受精卵图像15中从时间序列的起始点上下移动。结果，输入对应于移动滑块235的评估值，作为时间序列中的评估值。注意，在显示一个受精卵图像15时，对应于滑块235的位置的评估值是该受精卵图像15的评估值。

[0143] 可以同时标记相似的未标记图像组。例如，在输入同时标记的预定操作的情况下，输入一个受精卵图像15的评估值。输入的评估值应用于其他相似图像215。或者，可以为一个受精卵图像15输入评估值，然后，可以输入将评估值应用于其他相似图像215的操作。

[0144] 此外，可以通过将在参考图像显示区域221中显示的相似图像223的参考评估值(参考变化波形224)用作参考图像，来输入评估值。例如，可以输入在参考评估值显示区域222中显示的参考评估值，作为评估值。

[0145] 如图6的箭头示意性所示，在参考评估值显示区域222中显示的参考变化波形224被拖放并移动到预测评估值显示区域212。例如，显示已经移动的参考变化波形224，作为校正标记216。输入选择校正标记216作为评估值的操作。

[0146] 用户可以非常好地比较和检查被拖动的参考变化波形224和预测变化波形213。注

意,可以在不移动的情况下选择参考变化波形224,作为评估值。

[0147] 此外,可以校正参考评估值,并且可以输入校正值,作为评估值。例如,参考移动到预测评估值显示区域212的参考变化波形224,通过使用滑块235等输入校正评估值的操作。然后,输入选择校正值作为评估值的操作。

[0148] 通过校正在参考评估值显示区域222中显示的参考评估值,可以校正已经分配给参考图像的评估值。例如,在输入大量评估值的情况下,可以改变输入评估值的标准,或者可以提高输入评估值的技能。通过检查和校正已经输入的评估值,可以提高受精卵5的评估精度。此外,可以校正一个用户和另一用户的评估值之间的差异,因此,可以减小整个系统中的评估值的差异,并且可以提高受精卵的评估可靠性。

[0149] 由于评估值将分配给大量受精卵图像15,因此观察相应受精卵图像15并输入评估值需要花费大量的时间和精力。辅助系统150显示用于输入评估值的GUI 200,该GUI不仅显示要输入评估值的受精卵图像15,还显示预测评估值和参考评估值。如上所述,可以通过使用GUI 200来输入各种评估值。结果,可以令人满意地帮助用户输入评估值,并令人满意地减少输入评估值的时间和精力。此外,可以精确地分配评估值,并提高受精卵的评估精度。

[0150] 用于输入评估值的GUI 200的显示配置等没有特别限制,可以任意设计。此外,通过使用GUI 200输入评估值的方法、用于输入评估值的操作方法等不受限制,并且可以任意设计。

[0151] (辅助系统的操作)

[0152] 图7是示出本实施方式的辅助系统150的总体操作的示例的流程图。首先,预测机制执行学习,并且计算中间表示分布(步骤201)。通常,在受精卵图像15添加到标记图像DB 70a或未标记图像DB 70b中时,执行该处理。换言之,该处理在用户标记之后立即执行,在捕捉受精卵图像15之后立即执行,以此类推。

[0153] 图8是示出用于通过预测机制执行学习和用于计算中间表示分布的基本方框的示图。图9和图10均是示出通过预测机制的学习示例的流程图。图9是执行监督学习的流程图。在预测机制(预测机制处理器单元32和学习的预测机制50)中输入标记图像(时间序列中的图像组)(步骤301),预处理器单元31预处理标记图像(步骤302)。

[0154] 中间表示计算单元37计算中间表示(步骤303)。预测值计算单元38计算预测评估值(步骤304)。预测机制学习单元36基于预测评估值和分配的标记来计算损耗函数(步骤305)。用计算出的损耗函数值更新预测机制的系数(步骤306)。

[0155] 图10是示出通过预测机制基于未标记的图像的学习示例的流程图。计算未标记图像(时间序列中的图像组)的预测评估值(步骤401至404)。基于图像的似然最大化等,计算损耗函数,并且用计算值更新预测机制的系数(步骤405、406)。

[0156] 根据在预测机制中输入的受精卵图像15是标记图像还是未标记图像,根据需要执行图9和图10的两种处理中的一种。因此,可以执行半监督学习,即,也基于未标记图像实现学习的学习框架。结果,即使在少量标记图像的情况下,也可以构建高性能的预测机制,并降低标记受精卵图像15的成本。

[0157] 图11是示出如何计算中间表示分布的示例的流程图。输入标记图像或未标记图像(步骤501)。预处理输入图像,并计算中间表示(步骤502、503)。中间表示分布更新计算单元39用包括新的中间表示的分布更新已经计算的中间表示分布(步骤504)。如上所述,每当新

的受精卵图像15添加到DB中时,更新中间表示分布。

[0158] 接下来,选择要标记的受精卵图像15(在下文中称为要标记的图像)(步骤202)。图12示出了用于选择要标记的图像的基本方框。

[0159] 在本实施方式中,基于中间表示分布,即,图像特征量的分布,选择具有异常特性的图像。因此,将优先标记从未标记的类型的图像。预测机制可以有效地执行学习,其中,分配的标记被用作机器学习算法的监督数据。

[0160] 图13是示出基于受精卵图像15的新颖度的处理示例的流程图。随机选择未标记图像DB 70b中的未标记图像(步骤601)。预处理所选择的未标记图像,并计算中间表示(步骤602、603)。

[0161] 新颖度计算单元41计算受精卵图像15的新颖度(步骤604)。例如,按原样计算中间表示分布的中间表示的概率值,作为新颖度。当然,或者,例如,可以执行计算,例如,概率值乘以预定系数。

[0162] 异常图像确定单元42确定计算的新颖度是否大于或等于预定阈值(步骤605)。在新颖度小于阈值的情况下(步骤605,否),过程返回到步骤601。重复该过程,直到获取新颖度大于或等于阈值的未标记图像。在新颖度大于或等于阈值的情况下(步骤605,是),未标记图像被确定为将标记的待标记图像(步骤606)。

[0163] 注意,基于新颖度选择待标记图像的方法没有特别限制。例如,可以从所有未标记图像中选择具有最大新颖度的图像,作为待标记图像。或者,中间表示分布可以基于预定索引来聚集,并且可以选择远离每个集群的中心的图像。在本实施方式中,基于新颖度选择的图像对应于不同图像,利用对图像的参考来选择所述不同图像,预测评估值已经分配给该图像。

[0164] 图14是示出基于受精卵图像15的预测评估值的确定性的处理示例的流程图。例如,优先选择由预测机制计算出的预测评估值的确定性低的受精卵图像15,并将该受精卵图像15的标记用作监督数据。结果,可以高精度地构建预测机制。

[0165] 随机选择未标记图像DB 70b中的未标记图像,并计算预测评估值(步骤701至704)。变化程度计算单元35计算预测评估值的变化程度(步骤705)。在步骤704中,基于等级的概率值计算预测值,例如,(A级:30%)、(B级:34%)和(C级:36%)。

[0166] 在步骤705中,基于例如以下公式计算等级的概率值的变化程度,即,变化程度=1/(最大概率-第二大概率)。在上述概率值的情况下,获取变化程度=1/(36-34)=1/2。变化程度越高,预测评估值的确定性越低。注意,计算变化程度的方法不限于此。

[0167] 低确定性图像确定单元43确定变化程度是否大于或等于预定阈值(步骤706)。在变化程度小于阈值的情况下(步骤706,否),该过程返回到步骤701。重复该过程,直到获取变化程度大于或等于阈值的未标记图像。在变化程度大于或等于阈值的情况下(步骤706,是),未标记图像被确定为待标记图像(步骤707)。注意,可以基于预测评估值的不可靠性和模糊性(不确定性)等参数而不是变化程度来选择待标记图像。

[0168] 再次参考图7,支持标记,并且用户执行标记(步骤203)。

[0169] 图15是示出用于执行支持标记的基本方框的示图。图16是示出支持标记的处理示例的流程图。在本实施方式中,生成并显示图6的用于输入评估值的GUI 200,以支持标记。

[0170] 输入在步骤202中选择的待标记图像(步骤801)。预处理图像,计算中间表示,然后

计算预测评估值(步骤802)。预测评估值显示单元61和目标个体图像显示单元62分别在GUI 200上显示目标个体的预测评估值(预测变化波形213)和受精卵图像15(步骤803)。

[0171] 相似图像搜索单元40搜索相似图像,其与目标个体的受精卵图像15相似。首先,为作为待标记的目标个体的多个相似图像(称为相似的待标记图像)搜索未标记的图像DB 70b(步骤804)。计算检索到的相似待标记图像的预测评估值(步骤805)。然后,预测评估值显示单元65和相似的待标记图像显示单元66分别在GUI 200上显示预测变化波形213和相似图像215(步骤806)。

[0172] 相似图像搜索单元40为相似图像(称为参考相似图像)搜索标记图像DB 70a,作为参考图像(步骤807)。然后,参考评估值显示单元63和参考相似图像显示单元(图1的相似图像显示单元)64分别在GUI 200上显示参考预测评估值(参考变化波形224)和相似图像223(步骤808)。

[0173] 用户通过使用用于输入评估值的GUI 200来执行标记。换言之,时间序列中的评估值被输入到每个评估项目(步骤809)。根据辅助系统150,可以令人满意地帮助用户输入评估值,并令人满意地减少输入评估值的时间和精力。

[0174] 图17是示出用于执行自动标记的基本方框的示图。图18是示出自动标记的处理示例的流程图。在预测机制的性能高于预定水平的情况下,可以自动地将评估值分配给每个评估项目。换言之,输入捕捉的受精卵图像(时间序列中的图像)15(步骤901),并且预测机制按原样输出预测值,作为评估值(步骤902)。结果,用户不需要输入评估值,并且可以大大降低标记的成本。

[0175] 注意,从预测机制输出的预测值(评估值)可以显示在显示装置4上,例如,用户可以确认和校正预测值。

[0176] 图19是示意性地示出本技术的评估系统100如何自动计算总体评估的示图。在能够自动为每个评估项目分配评估值的情况下,通过在评估系统100中输入时间序列中的多个受精卵图像15,可以自动执行受精卵的总体评估。结果,可以以高精度容易地评估受精卵图像。

[0177] 根据本实施方式的评估系统,辅助系统150根据机器学习算法分配评估值。结果,可以从以下事实的角度全面或系统地评估受精卵:关于受精卵外观的各种信息因素中的哪些因素组合具有影响以及该组合如何具有影响。该评估比基于预定评估参数(例如,细胞分裂的均匀程度和分裂率)和其他参数的评估更全面或更系统。例如,可以提取新的评估参数,并且可以对多个评估参数进行加权。结果,可以高精度地评估受精卵。

[0178] 此外,不需要查看系统配置,也不需要在每次修改评估值的类型时手动获取必要的特征量。因此,系统配置是通用的,并且可以降低系统配置的总成本。

[0179] <其他实施方式>

[0180] 本技术不限于上述实施方式,并且实现了其他各种实施方式。

[0181] 图20A和图20B均是示出如何将时间序列中的评估值分配给每个评估项目的另一示例的示图。在上述实施方式中,为在时间序列中捕捉的多个受精卵图像15逐一分配评估值。

[0182] 不限于上述内容,例如,如图20A所示,可以为每个图像组的每个评估项目分配评估值,该图像组包括时间序列中依次捕捉的多个受精卵图像15。分别给作为单元的图像组

分配多个评估值也是时间序列中的一种评估值。

[0183] 基于分配给图像组的多个评估值的时间变化(变化波形),执行受精卵的总体评估。注意,一个图像组中受精卵图像的数量没有特别限制,并且可以根据需要确定。由于为每个图像组分配了评估值,因此可以减少标记数量和标记成本。

[0184] 注意,第二实施方式中描述的辅助系统150也适用于为每个图像组分配评估值的实施方式。对于每个图像组,可以计算预测评估值,可以选择相似图像组,可以显示参考评估值,并且可以执行其他处理。用户可以通过使用用于输入评估值的GUI来输入用于每个图像组的评估值。

[0185] 一种对时间序列中的数据建模的方法可以用于基于每个图像组来执行机器学习。例如,上述RNN以及特别是使用LSTM(长期短期记忆)的时间序列中的DNN建模方法是有效的。

[0186] 如图20B所示,根据另一可能的实施方式,每个图像组包括从时间序列中的起始点到预定发育阶段的图像,并且可以为每个图像组分配评估值。这种评估值也是时间序列中的一种评估值。此外,本技术的辅助系统还可以支持输入每个图像组的评估值。

[0187] 如上所述,本技术的辅助系统主要用于在植入前分配评估项目。不限于上述内容,辅助系统可以计算关于植入后评估项目的预测值(植入后的进展、受孕率、妊娠进展、产犊进展、产犊后的进展、小牛的生长、成年牛的育种值等)。

[0188] 如图21所示,本技术的辅助系统可适用于预测在时间序列中捕捉的所有多个受精卵图像15的每个评估项目的评估值。换言之,对每个评估项目计算一个评估值。可以基于这种评估值,评估受精卵。

[0189] 基于图4的变化波形16的受精卵的总体评估和如图21所示以多个受精卵图像的整体为单位执行的受精卵的总体评估可以结合使用。可以实现能够执行两种通用评估的混合预测机制。这种混合预测机制能够以高精度评估受精卵。

[0190] 图22是示出预测机制处理器单元的另一配置示例的方框图。预测机制处理器单元290包括预定特征量计算单元291。预定义特征量计算单元291计算先前已知的有效图像特性。该计算的图像特性和预处理的受精卵图像输入到预测机制中。结果,即使在标记较少的阶段,也可以提供高性能。

[0191] 先前已知的有效图像特性的示例包括细胞分裂的均匀性、分裂率等。实现了一种混合预测机制,该机制能够基于该预定特性执行评估,并且基于机器学习实现综合或系统评估。这种混合预测机制能够以高精度评估受精卵。

[0192] 在图22的示例中,执行在早期阶段将计算预定义特征量的结果和预处理图像的结果融合的方法(早期融合)。不限于上述内容,可以执行在基于图像预处理输入来计算评估值之后融合其的方法(后期融合)、逐渐融合其的方法(缓慢融合)或其他任意融合方法。根据每种方法,首先,评估值预测性能仅基于预定特征量。标记的数量越大,也基于特征量来预测评估值,而不是基于预定义的特征量来预测评估值。注意,基于先前知识实现的预测机制可以被配置为不需要标记的预测机制。

[0193] 预测机制可以预先学习标记的受精卵图像的公共数据集。结果,预测机制可以具有在第一阶段识别图像的预定水平的能力。结果,即使在标记较少的阶段,也可以提供高性能。

[0194] 关于为图像的每个评估项目分配评估值,可以基于图像前后的评估值来评估评估值,并且可以为图像分配评估的评估值。例如,为了分配相应受精卵图像的评估值,确定待标记的图像和待评估的图像。评估值仅分配给待标记的图像。然后,可以基于在待评估的图像之前和之后分配给待标记图像的评估值来评估待评估图像的评估值,并且可以分配评估的评估值。例如,奇数受精卵图像被视为待标记图像,偶数受精卵图像被视为待评估图像等。结果,可以降低标记的成本。

[0195] 要捕捉的受精卵图像可以是二维图像或者是具有结构信息的三维图像。可以通过使用例如立体显微镜、相衬光学显微镜或其他显微镜来捕捉二维图像。可以通过使用例如共焦显微镜、光薄片显微镜或其他显微镜来捕捉三维图像。

[0196] 不仅包括单个计算机的计算机系统,而且包括多个协作计算机的计算机系统也可以执行本技术的信息处理方法和程序。

[0197] 注意,在本公开中,该系统表示包括多个配置元件(装置、模块(组件)等)的集合,所有配置元件是否都在单个壳体内并不重要。因此,该系统包括容纳在不同壳体内并经由网络相互连接的多个设备。此外,该系统包括单个设备,该单个设备包括容纳在单个壳体中的多个模块。

[0198] 在通过使用计算机系统执行本技术的信息处理方法和程序时,例如,单个计算机或不同计算机中的每一个获取多个受精卵图像,将评估值分配给评估项目,分配总体评估,输出用于输入评估值的GUI等。此外,预定计算机可以通过促使另一台计算机/其他计算机执行部分或全部处理并获取结果来执行相应类型的处理。

[0199] 简而言之,本技术的信息处理方法和程序适用于云计算配置,其中,多个设备经由网络协作共享一个功能。

[0200] 本技术的上述特征部分中的至少两个特征部分可以组合执行。换言之,实施方式中描述的各种特征部分可以任意组合,而不区分实施方式。此外,上述各种效果仅仅是示例而非限制,并且可以获取其他效果。

[0201] 注意,本技术可以采用以下配置。

[0202] (1)一种信息处理设备,包括:电路,被配置为:

[0203] 获取在时间序列中捕捉的多个胚胎发育图像;

[0204] 为所述多个胚胎发育图像中的至少一个胚胎发育图像确定用于多个评估项目中的每一个评估项目的评估值的时间序列,所述多个评估项目与所述多个胚胎发育图像相关联;并且

[0205] 至少部分地基于用于所述多个评估项目的评估值的时间序列,来评估在所述多个胚胎发育图像的一者或者中表示的细胞的特性。

[0206] (2)根据(1)所述的胚胎发育分析系统,其中,在所述评估值的时间序列中的至少一些评估值对应于所述多个胚胎发育图像中的一些胚胎发育图像。

[0207] (3)根据(2)所述的胚胎发育分析系统,其中,对于所述多个胚胎发育图像中的一些胚胎发育图像的至少一个评估值对应于以下时间周期:从所捕捉的图像的时间序列中的起始点到在所述多个胚胎发育图像的一者或者中表示的受精卵的预定发育阶段的时间周期。

[0208] (4)根据(1)所述的胚胎发育分析系统,其中,所述电路还被配置为:

[0209] 基于确定的用于所述多个评估项目的评估值的时间序列,来预测所述多个评估项目的未来值;并且

[0210] 至少部分地基于所述多个评估项目的预测的所述未来值,来评估所述细胞的特性。

[0211] (5)根据(4)所述的胚胎发育分析系统,其中,预测所述多个评估项目的所述未来值包括:使用包含机器学习算法的预测模型来处理用于所述多个评估项目的评估值的时间序列。

[0212] (6)根据(5)所述的胚胎发育分析系统,其中,所述预测模型包括用于预测所述多个评估项目的所述未来值的多个系数,并且其中,所述电路还被配置为基于确定的用于所述多个评估项目的评估值的时间序列和/或所述多个评估项目的预测的所述未来值,来更新所述多个系数中的一者或者多者。

[0213] (7)根据(6)所述的胚胎发育分析系统,其中,所述电路还被配置为:在植入与所述细胞相关的胚胎之后,接收关于所述细胞的质量信息;并且至少部分地基于接收的所述质量信息来更新所述多个系数中的一者或者多者。

[0214] (8)如(6)所述的胚胎发育分析系统,其中,更新所述多个系数中的一者或者多者包括:基于预测的所述未来值和确定的所述评估值的时间序列来计算损耗函数,并且至少部分地基于所计算的损耗函数来更新所述多个系数中的一者或者多者。

[0215] (9)根据(5)所述的胚胎发育分析系统,其中,所述电路还被配置为:至少部分地基于对一个或多个未标记图像的分析来训练所述预测模型。

[0216] (10)根据(4)所述的胚胎发育分析系统,其中,其中,预测所述多个评估项目的未来值包括:预处理所述多个胚胎发育图像的图像,其中,预处理所述图像包括归一化所述图像和/或调整所述图像中表示的所述细胞的位置;并且至少部分地基于预处理的所述图像来预测所述未来值。

[0217] (11)根据(10)所述的胚胎发育分析系统,其中,预测所述多个评估项目的未来值包括:基于预处理的所述图像来计算预测模型中的中间表示;并且至少部分地基于所述中间表示来预测所述未来值。

[0218] (12)根据(1)所述的胚胎发育分析系统,其中,所述电路还被配置为:呈现图形用户界面,所述图形用户界面被配置为:显示所述多个胚胎发育图像;并且使得用户能够为所述多个胚胎发育图像中的图像指定用于所述多个评估项目中的至少一个的评估值。

[0219] (13)根据(12)所述的胚胎发育分析系统,其中,所述图形用户界面还被配置为将所述多个胚胎发育图像显示为时间推移序列。

[0220] (14)根据(1)所述的胚胎发育分析系统,其中,所述电路还被配置为自动确定用于所述多个评估项目中的至少一个评估项目的多个评估值的时间序列。

[0221] (15)根据(1)所述的胚胎发育分析系统,其中,所述多个评估项目与在所述多个胚胎发育图像的一者或者中表示的所述细胞相关,并且其中,所述多个评估项目包括选自由以下项目构成的组中的至少两个项目:尺寸、形状、球形度、透射率、细胞数量、细胞分裂的均匀程度、对称性、分裂量、分裂速率、时间信息。

[0222] (16)根据(1)所述的胚胎发育分析系统,其中,评估在所述多个胚胎发育图像的一者或者中表示的所述细胞的特性包括:评估所述细胞的质量。

[0223] (17) 根据(4)所述的胚胎发育分析系统,其中,所述电路还被配置为针对未标记的图像确定用于所述多个评估项目中的一者或者的评估值,其中,该确定是至少部分地基于预测的所述未来值进行的。

[0224] (18) 根据(1)所述的胚胎发育分析系统,其中,评估在所述多个胚胎发育图像的一者或者中表示的所述细胞的特性包括:评估在所述多个胚胎发育图像的一者或者中表示的胚胎的特性。

[0225] (19) 一种胚胎发育分析方法,包括:获取在时间序列中捕捉的多个胚胎发育图像;为所述多个胚胎发育图像中的至少一个胚胎发育图像确定用于多个评估项目中的每一个评估项目的评估值的时间序列,所述多个评估项目与所述多个胚胎发育图像相关联;并且至少部分地基于用于所述多个评估项目的评估值的时间序列,来评估在所述多个胚胎发育图像的一者或者中表示的细胞的特性。

[0226] (20) 一种胚胎发育分析系统,包括:一种胚胎发育分析系统,包括:图像捕捉装置,被配置为捕捉胚胎发育图像的时间序列;数据库,被配置为存储所捕捉的胚胎发育图像的时间序列;以及电路,被配置为:指示所述图像捕捉装置对所述胚胎发育图像的时间序列进行捕捉;为多个所述胚胎发育图像中的至少一个胚胎发育图像确定用于多个评估项目中的每一者的评估值的时间序列,所述多个评估项目与多个所述胚胎发育图像相关联;并且至少部分地基于用于所述多个评估项目的评估值的时间序列,来评估在多个所述胚胎发育图像的一者或者中表示的细胞的特性。

[0227] 注意,本技术可进一步采用以下配置。

[0228] (1) 一种信息处理设备,包括:

[0229] 获取单元,被配置为获取在时间序列中捕捉的细胞的多个图像;

[0230] 分配单元,被配置为针对多个获取的图像,将时间序列中的评估值分配给一个或多个预定评估项目中的每一个;以及

[0231] 评估单元,被配置为基于所分配的时间序列中的评估值的时间变化来评估所述细胞。

[0232] (2) 根据(1)所述的信息处理设备,其中,

[0233] 所述评估单元被配置为根据第一机器学习算法来评估细胞。

[0234] (3) 根据(1)或(2)所述的信息处理设备,其中,

[0235] 所述分配单元被配置为:为所述多个获取的图像中的每一个分配评估值。

[0236] (4) 根据(1)至(3)中任一项所述的信息处理设备,其中,

[0237] 所述分配单元被配置为:为包括时间序列中依次捕捉的多个图像的图像组分配评估值。

[0238] (5) 根据(1)至(4)中任一项所述的信息处理设备,其中,

[0239] 所述分配单元包括预测单元,所述预测单元被配置为计算预测评估值,所述预测评估值是所述评估值的预测值,并且

[0240] 所述信息处理设备还包括输出单元,所述输出单元被配置为输出用于输入评估值的GUI(图形用户界面),所述GUI显示预测评估值。

[0241] (6) 根据(5)所述的信息处理设备,其中,

[0242] 所述评估单元被配置为根据第一机器学习算法来评估所述细胞,并且

- [0243] 所述预测单元被配置为根据第二机器学习算法来计算预测评估值。
- [0244] (7) 根据(5)或(6)所述的信息处理设备,其中,
- [0245] 所述GUI能够执行以下中的至少一个操作:
- [0246] 输入所显示的预测评估值作为评估值的操作,以及
- [0247] 校正所显示的预测评估值并输入校正值作为评估值的操作。
- [0248] (8) 根据(5)至(7)中任一项所述的信息处理设备,其中,
- [0249] 所述GUI能够执行在时间序列中依次输入评估值的操作。
- [0250] (9) 根据(5)至(8)中任一项所述的信息处理设备,其中,
- [0251] 所述预测单元被配置为从所述图像中选择参考图像,评估值已经分配给所述图像,并且
- [0252] 所述GUI被配置为显示所选择的参考图像并显示参考评估值,所述参考评估值分配给所选择的参考图像。
- [0253] (10) 根据(9)所述的信息处理设备,其中,
- [0254] 所述GUI能够执行以下中的至少一个操作
- [0255] 输入所显示的参考评估值作为评估值的操作,以及
- [0256] 校正所显示的参考评估值并输入校正值作为评估值的操作。
- [0257] (11) 根据(9)或(10)所述的信息处理设备,其中,
- [0258] 所述GUI被配置为显示分配给所选择的参考图像的参考评估值的时间变化。
- [0259] (12) 根据(9)至(11)中任一项所述的信息处理设备,其中,
- [0260] 所述预测单元被配置为选择与参考图像相似图像,所述相似图像与要预测其评估值的图像相似。
- [0261] (13) 根据(1)至(12)中任一项所述的信息处理设备,其中,
- [0262] 所述分配单元被配置为选择彼此相似的多个图像,作为要预测其评估值的图像组。
- [0263] (14) 根据(6)所述的信息处理设备,其中,
- [0264] 所述分配单元被配置为选择不同图像作为要预测其评估值的图像,利用对图像的参考来选择所述不同图像,所预测评估值已经分配给所述图像,并且
- [0265] 所述预测单元被配置为使用分配给所选择的不同图像的评估值,作为第二机器学习算法的监督数据。
- [0266] (15) 根据(6)所述的信息处理设备,其中,
- [0267] 所述分配单元被配置为选择其预测评估值的确定性低于其他图像的预测评估值的确定性的图像,作为要预测其评估值的图像,并且
- [0268] 所述预测单元被配置为使用分配给预测评估值的确定性低的所选择的图像的评估值,作为第二机器学习算法的监督数据。
- [0269] 本领域技术人员应当理解,只要在所附权利要求或其等同物的范围内,根据设计要求和其他因素,可以进行各种修改、组合、子组合和变更。
- [0270] 附图标记列表
- [0271] 2 图像捕捉单元
- [0272] 3 受精卵信息DB

- [0273] 4 显示装置
- [0274] 5 细胞(受精卵)
- [0275] 10 信息处理设备
- [0276] 11 获取单元
- [0277] 12 分配单元
- [0278] 13 评估单位
- [0279] 15 受精卵图像
- [0280] 16 变化波形
- [0281] 17 预测机制
- [0282] 18 预测机制学习单元
- [0283] 30 辅助处理器单元
- [0284] 32、290 预测机制处理器单元
- [0285] 33 中间表示处理器单元
- [0286] 34 待标记图像确定单元
- [0287] 60 显示控制器单元
- [0288] 100 评估系统
- [0289] 150 辅助系统
- [0290] 200 用于输入评估值的GUI
- [0291] 210 目标个体显示区域
- [0292] 215 相似图像
- [0293] 220 相似的个体显示区域
- [0294] 223 相似图像
- [0295] 235 滑块。

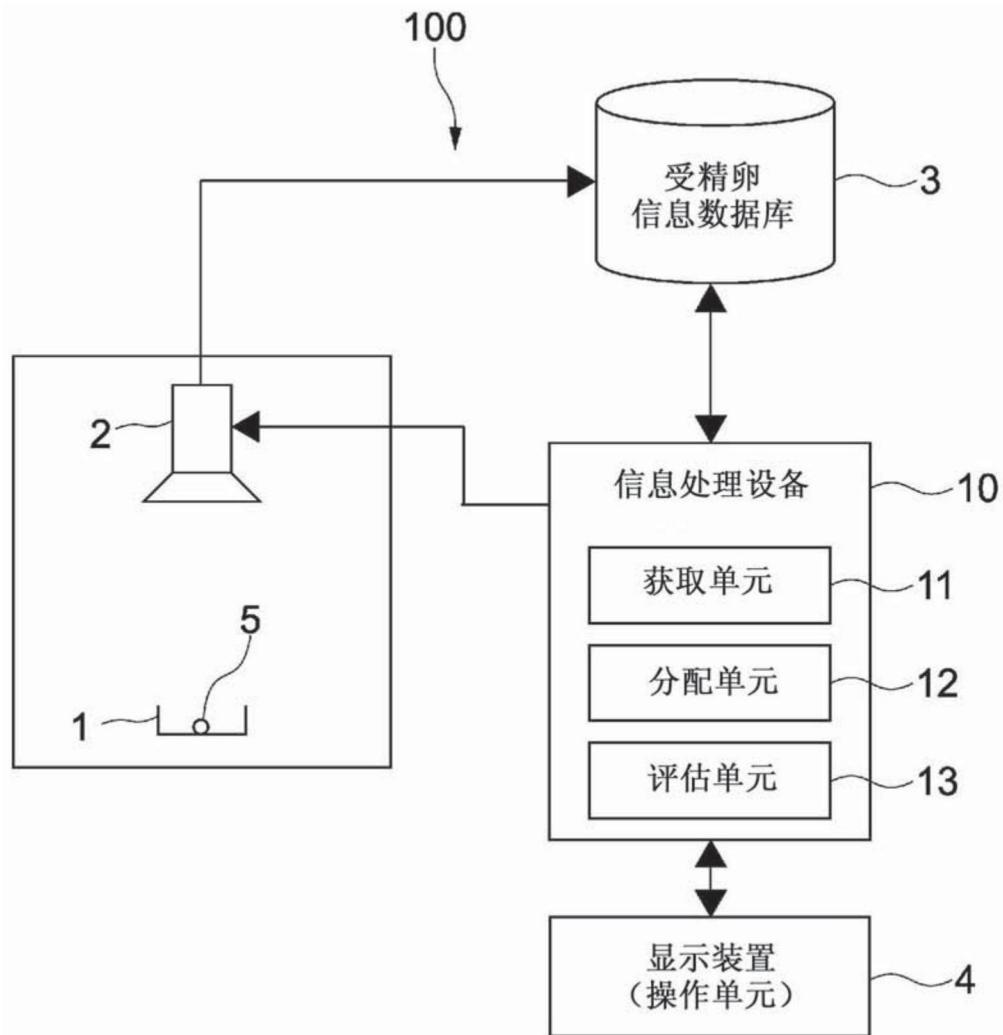


图1

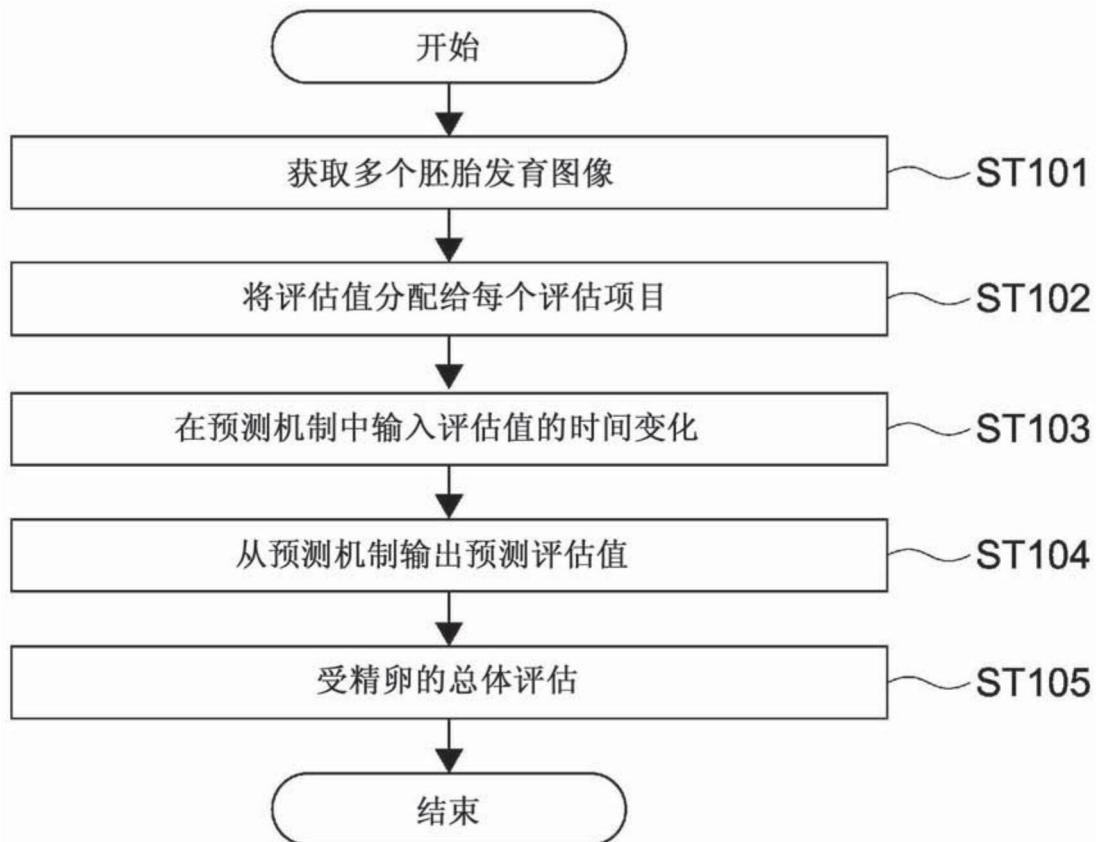


图2

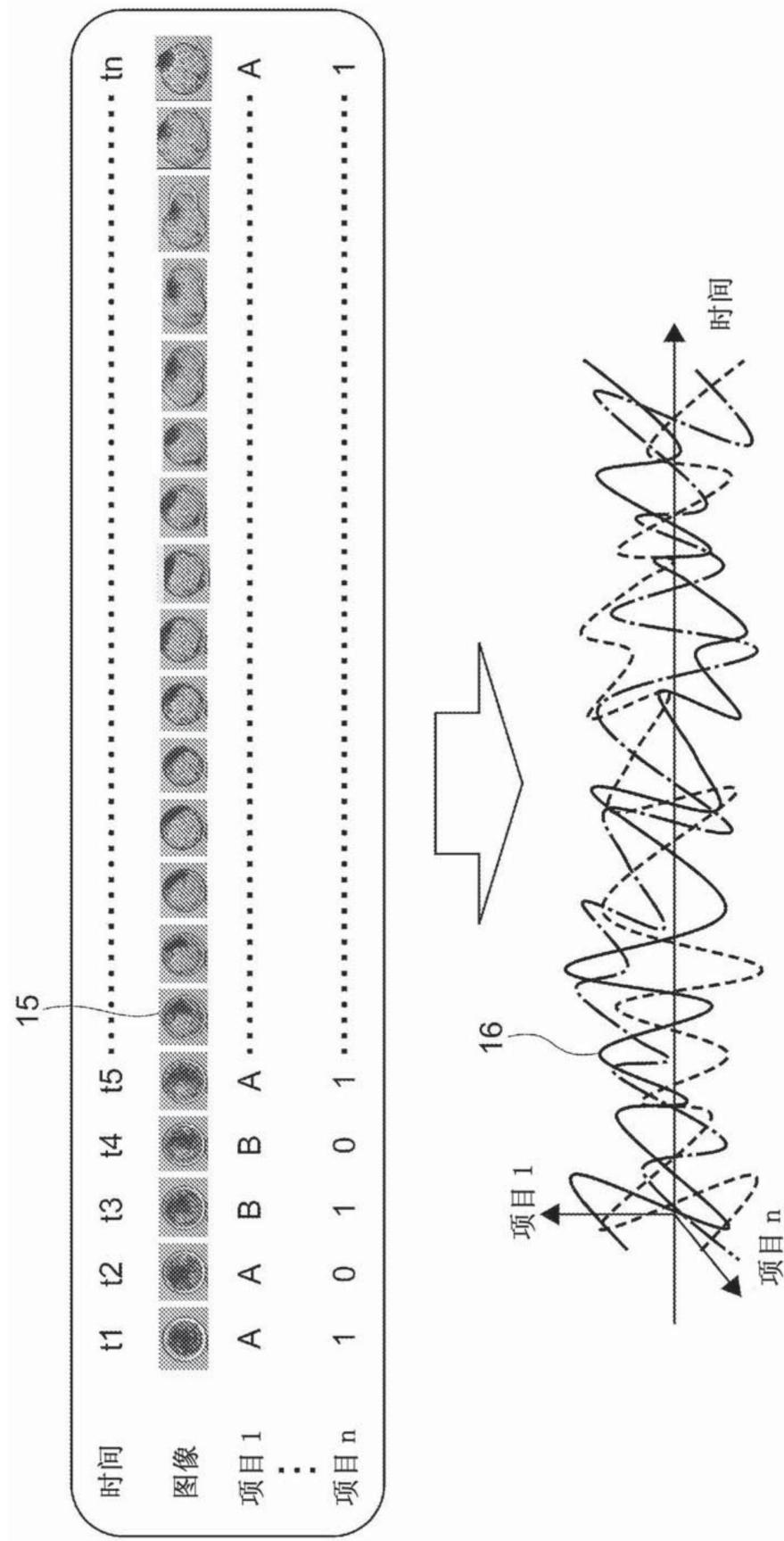


图3

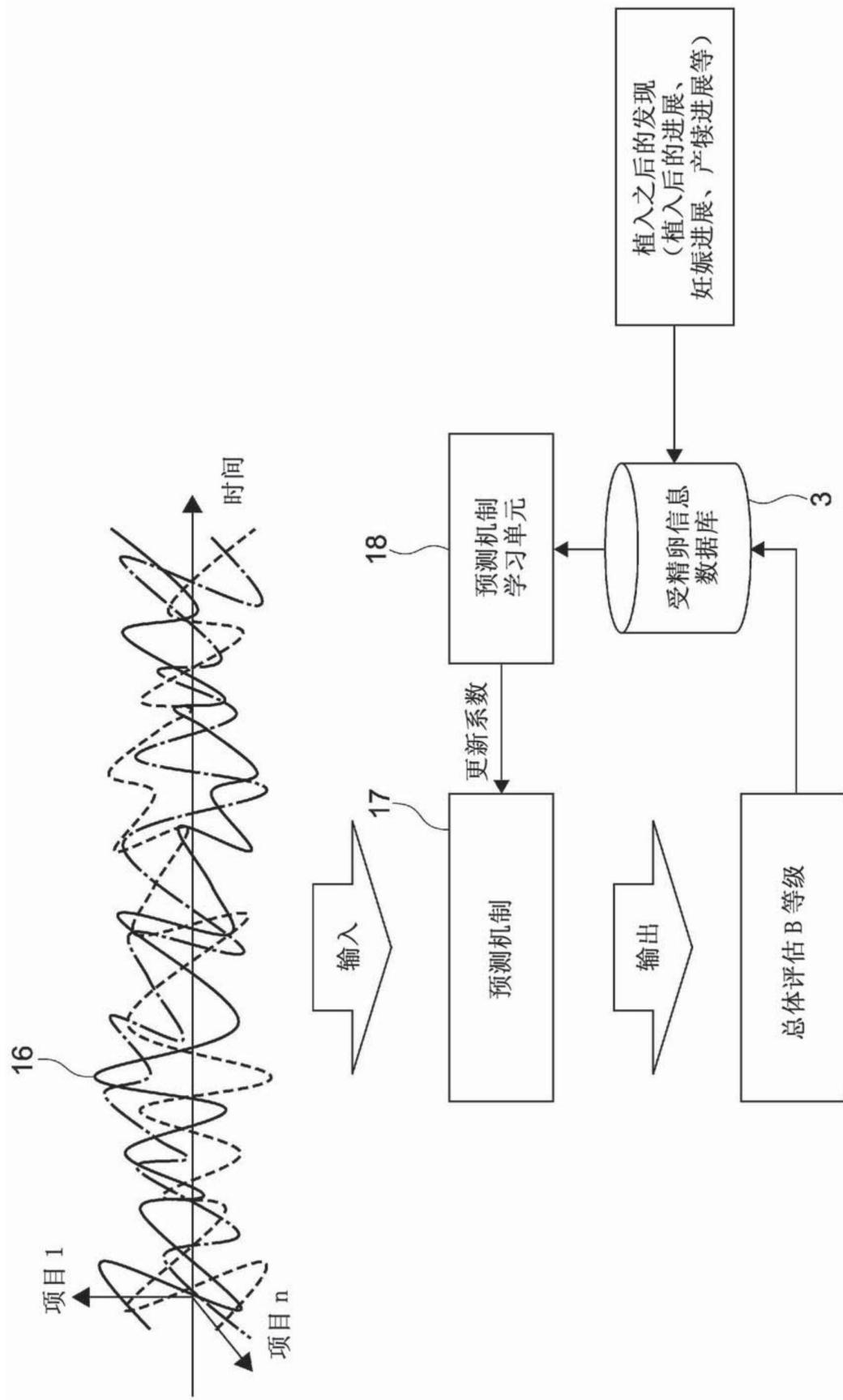


图4

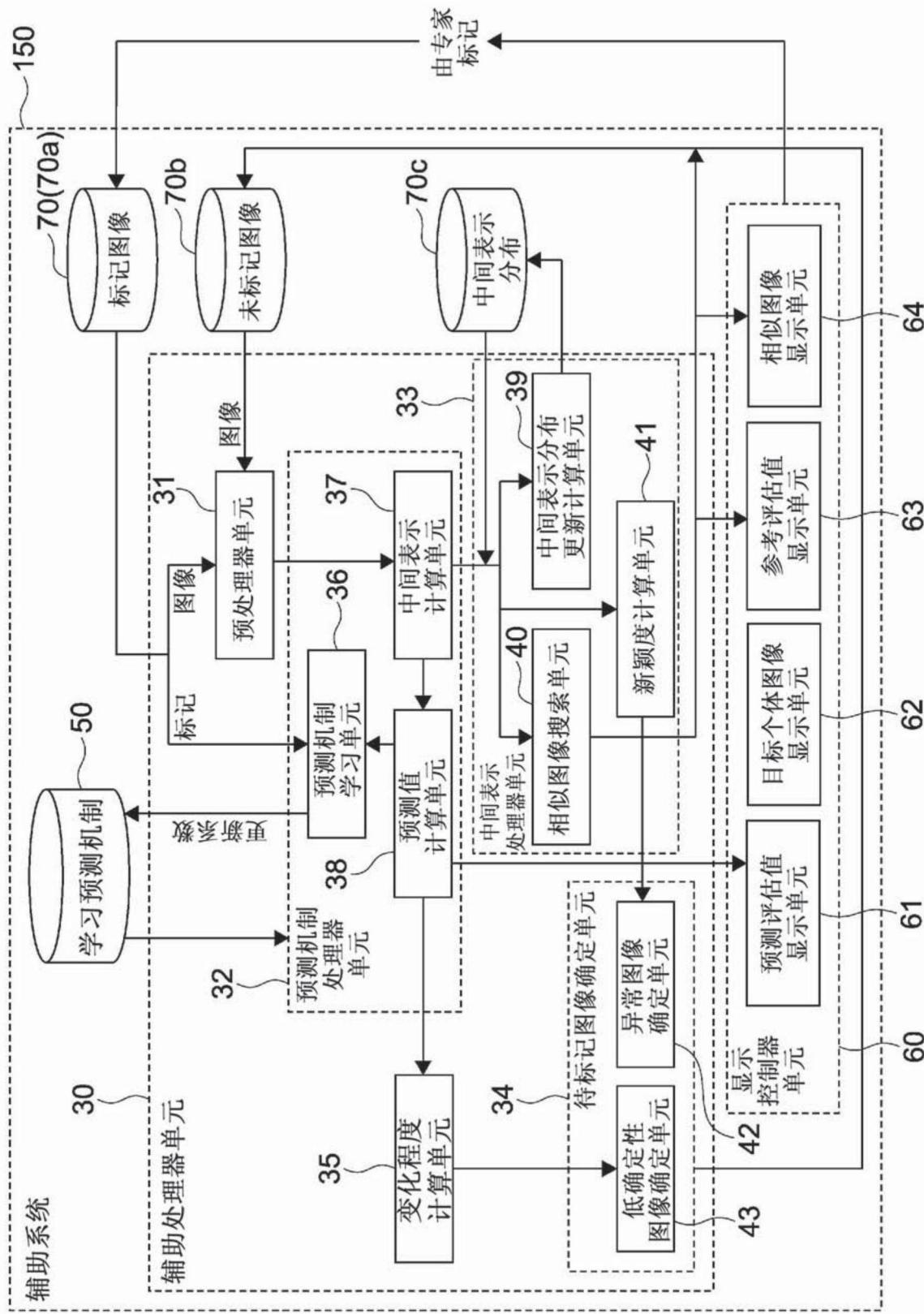


图5

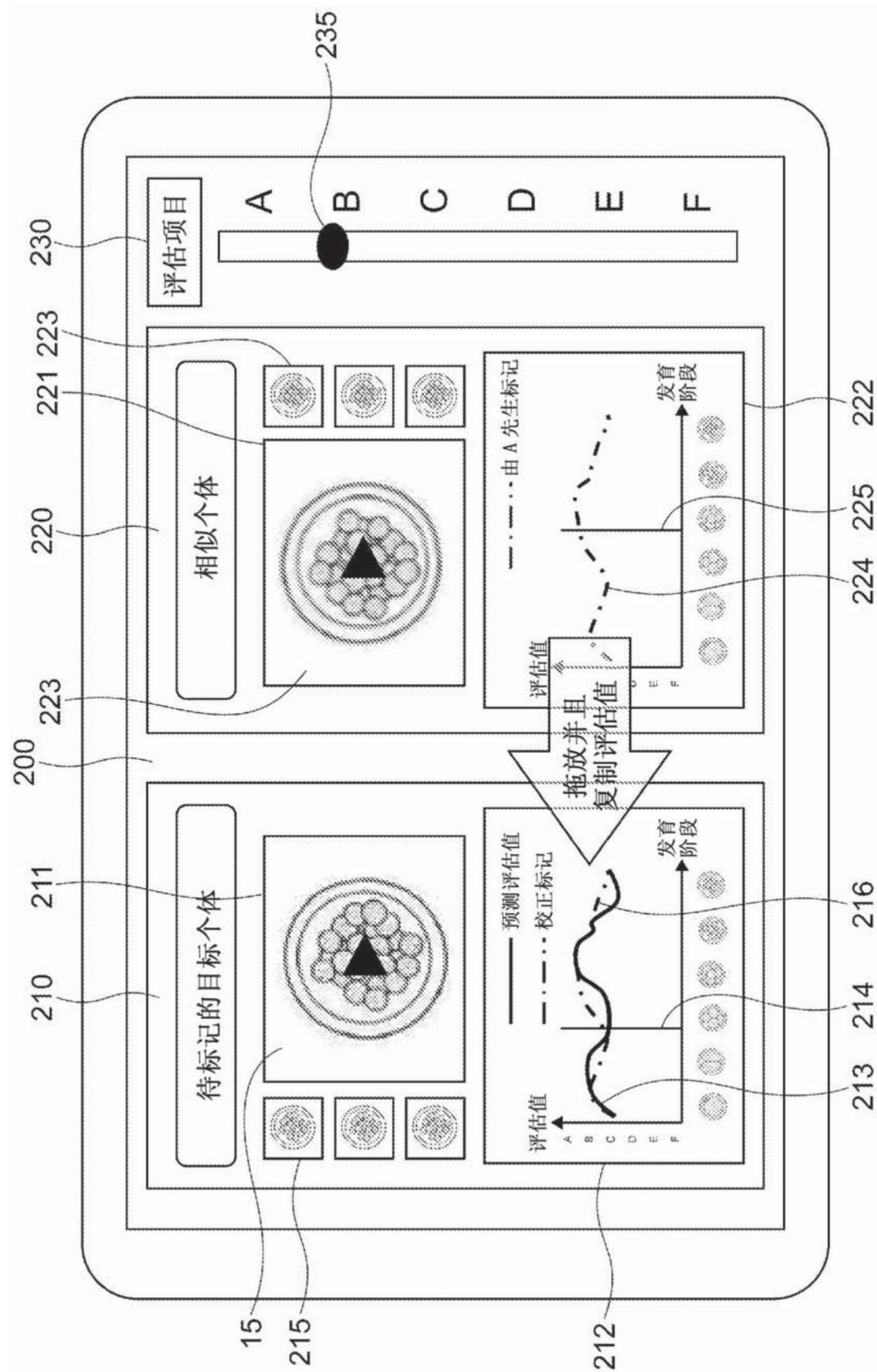


图6

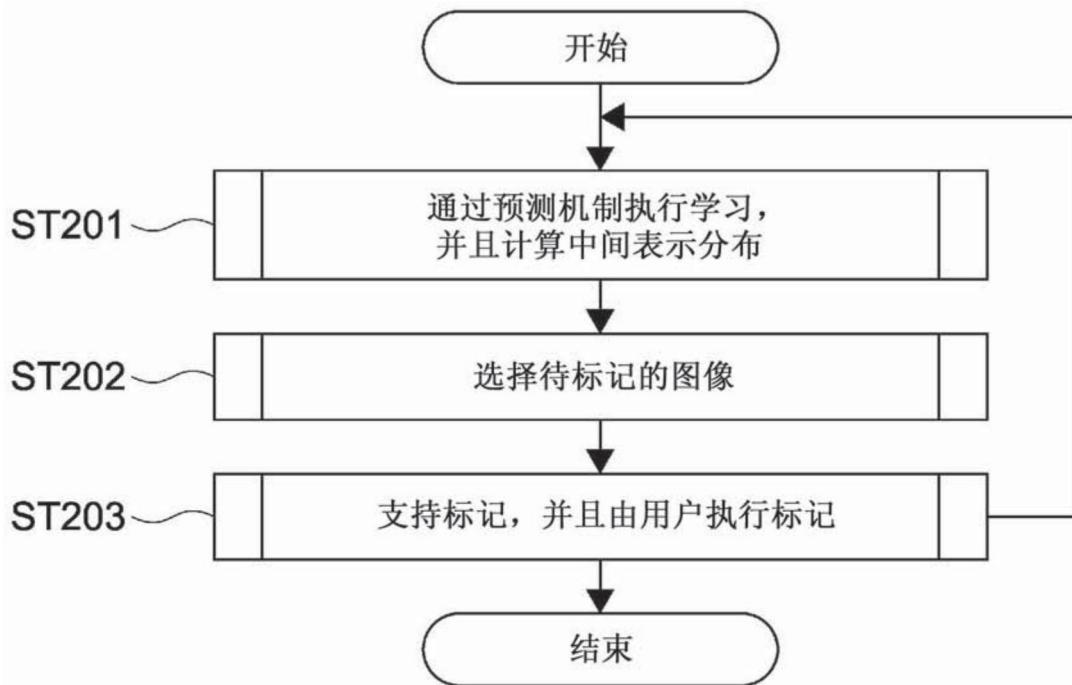


图7

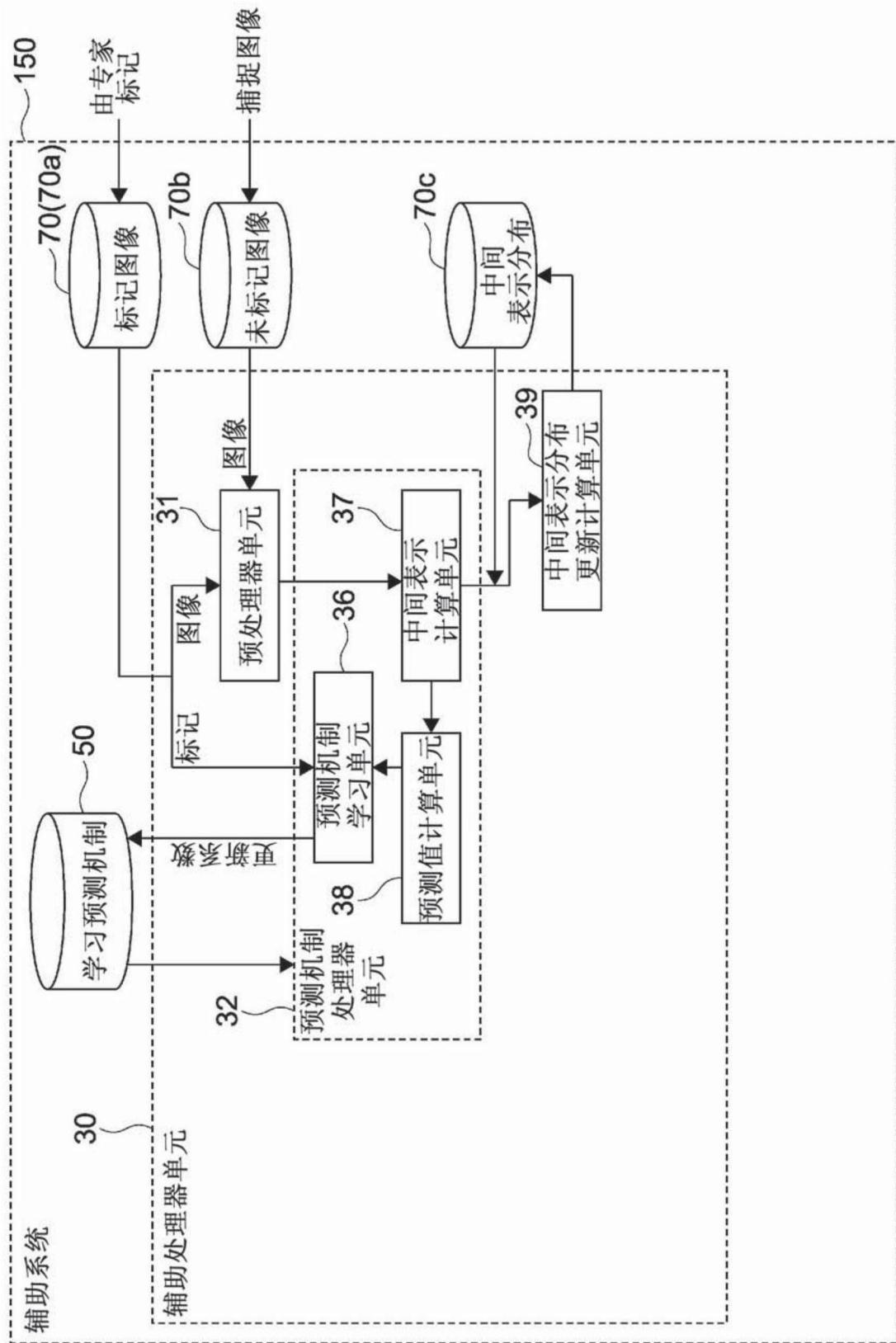


图8

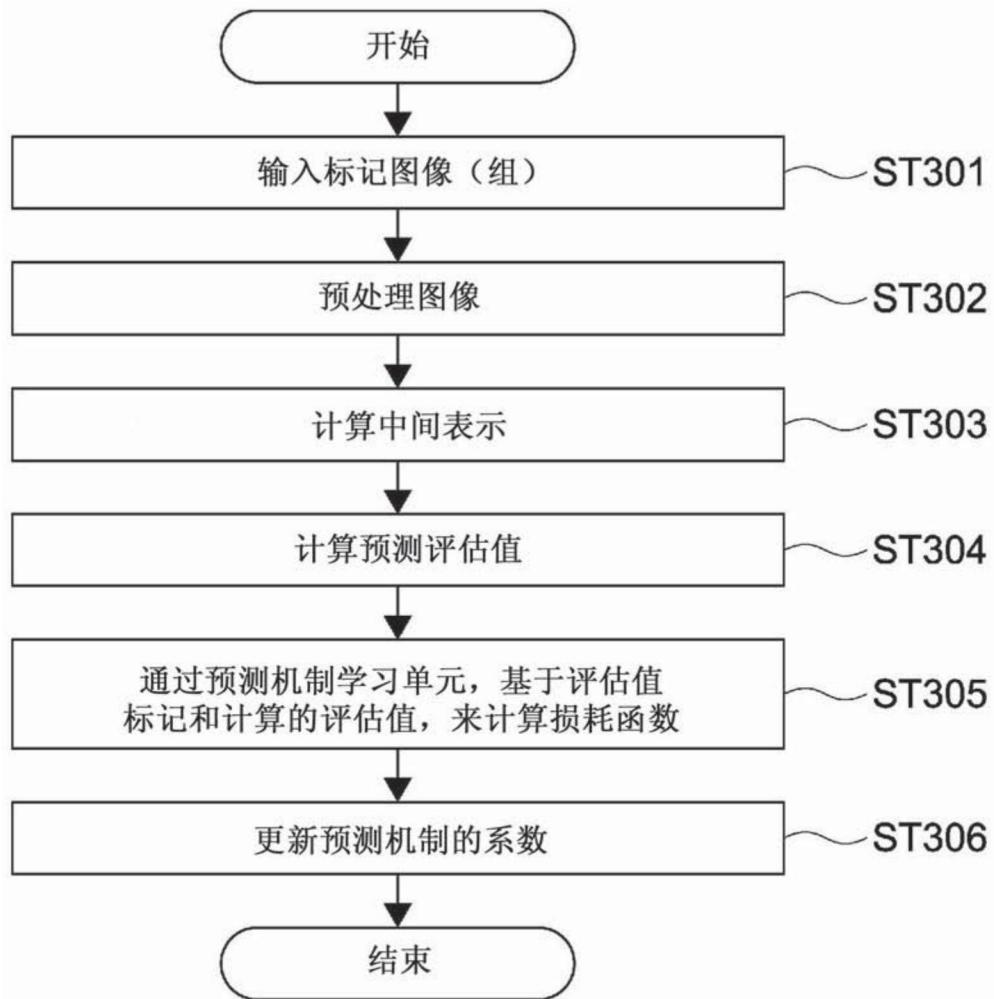


图9

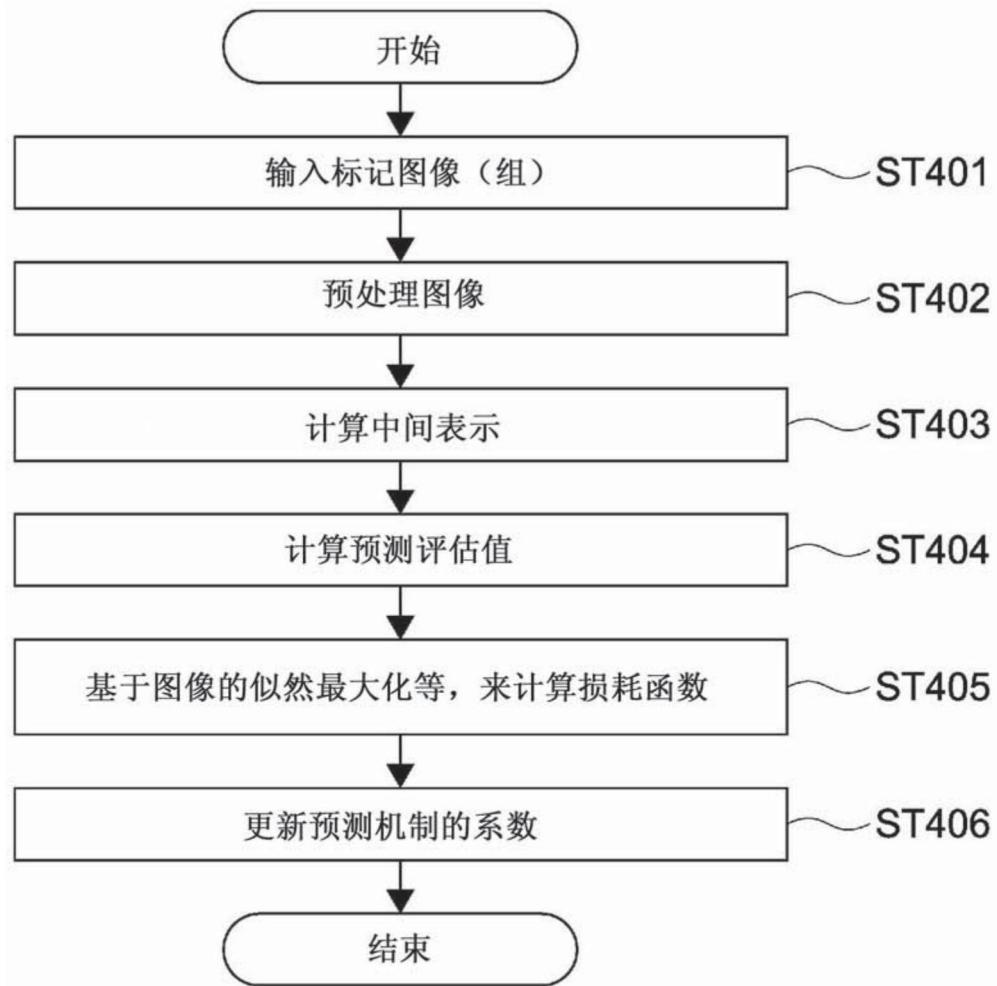


图10

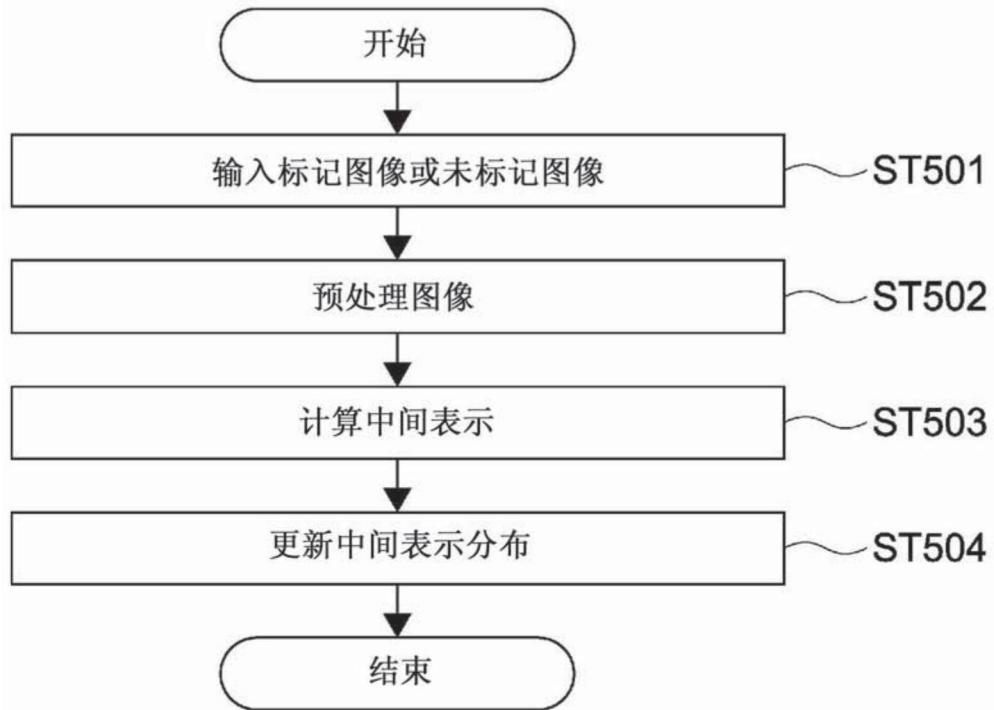


图11

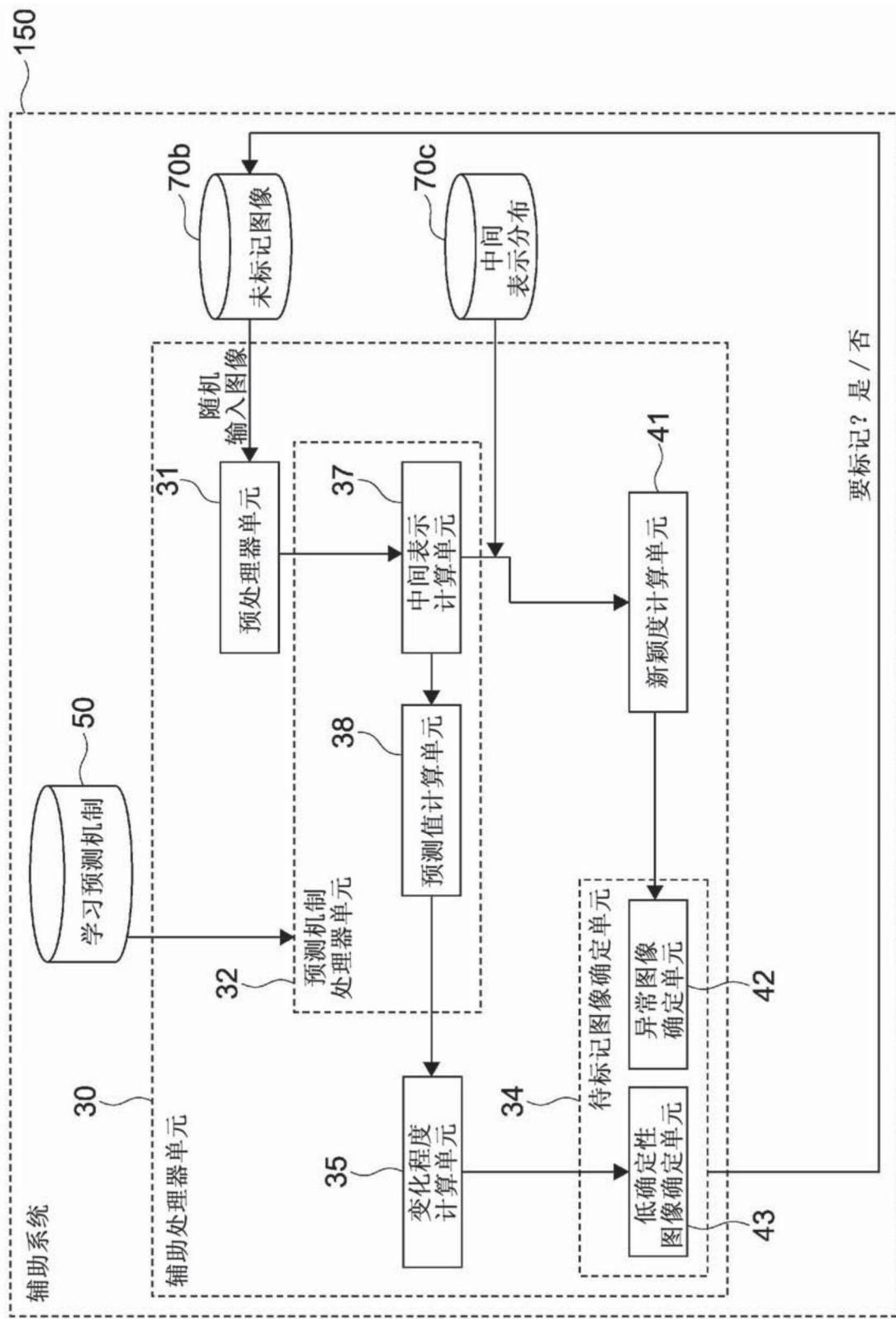


图12

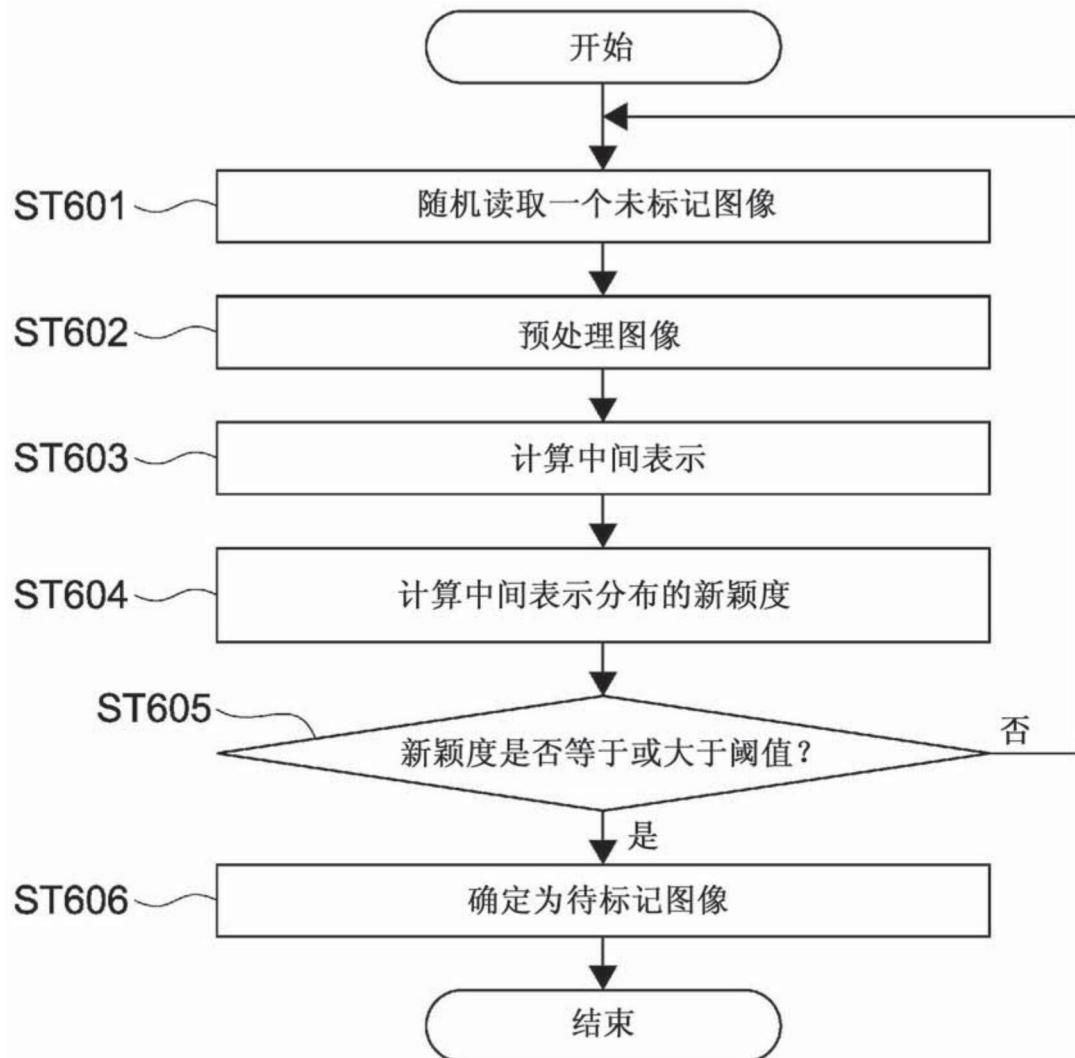


图13

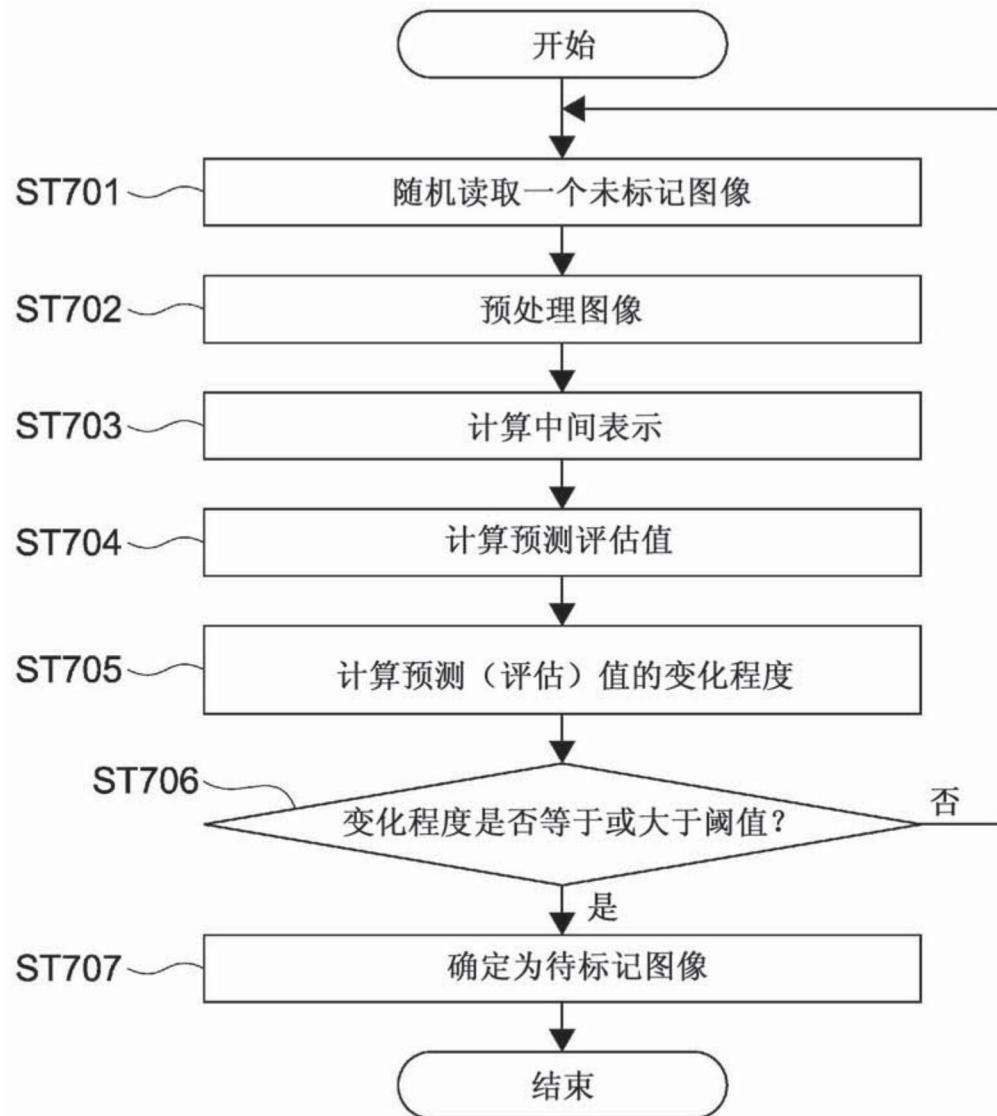


图14

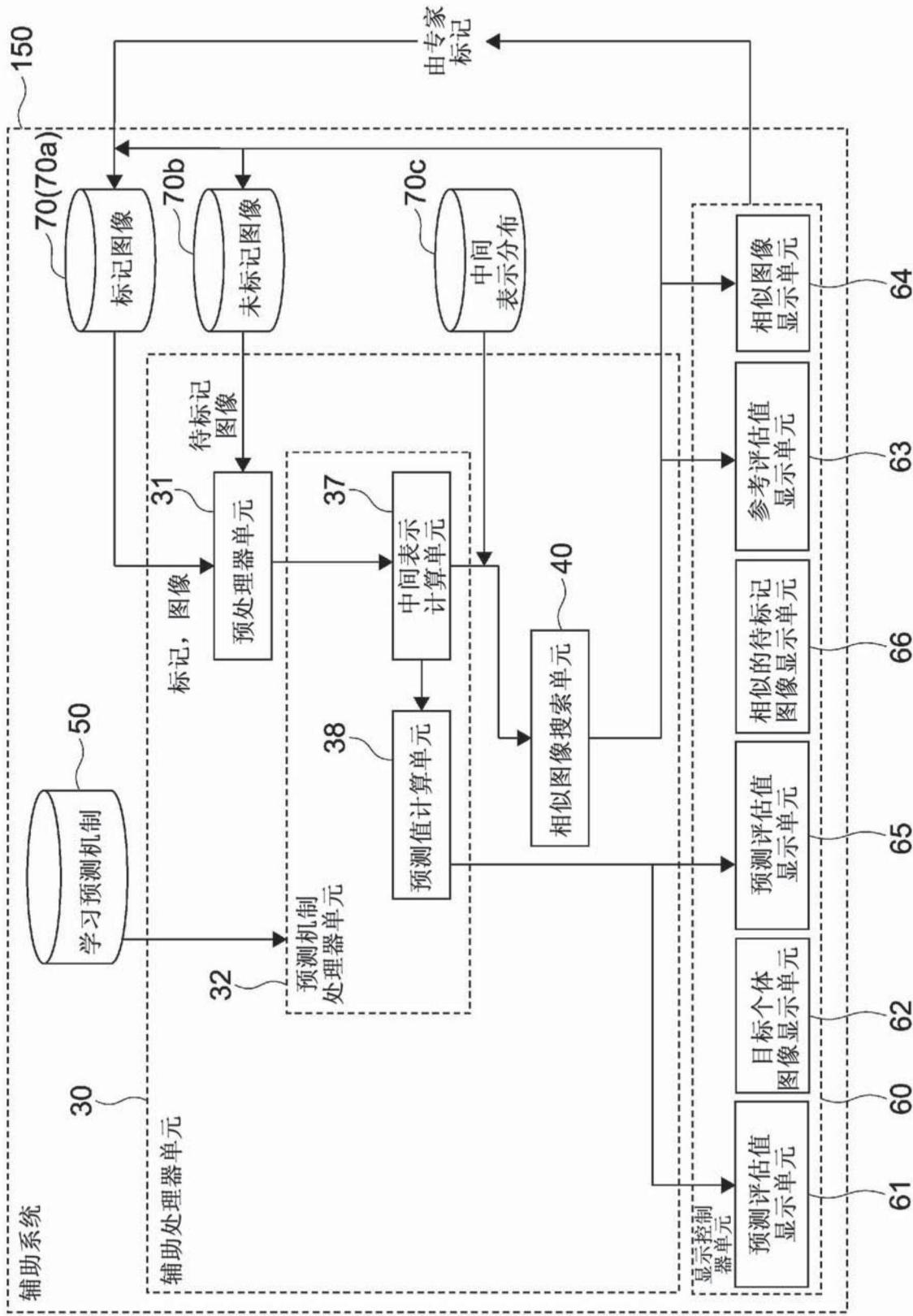


图15

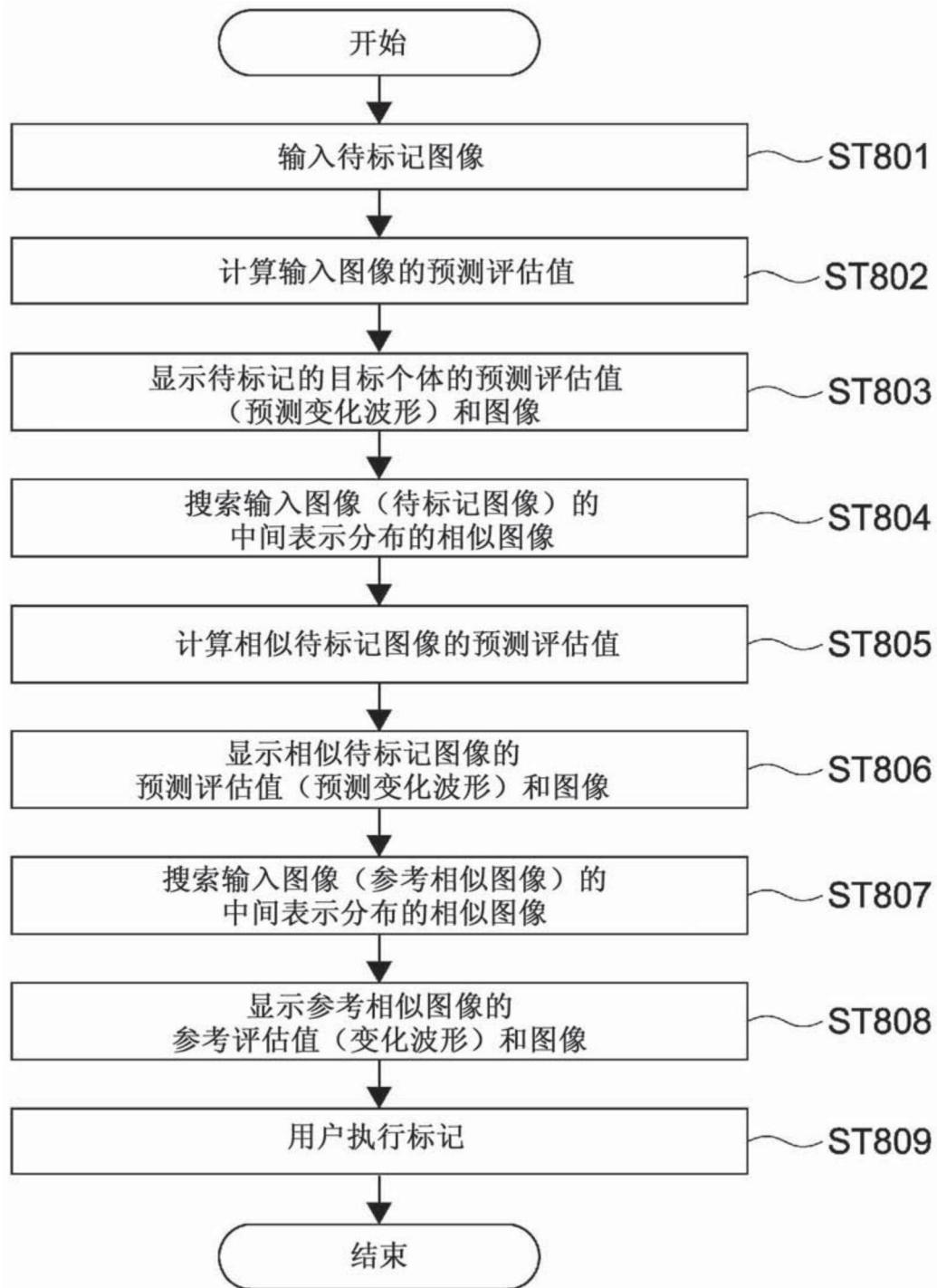
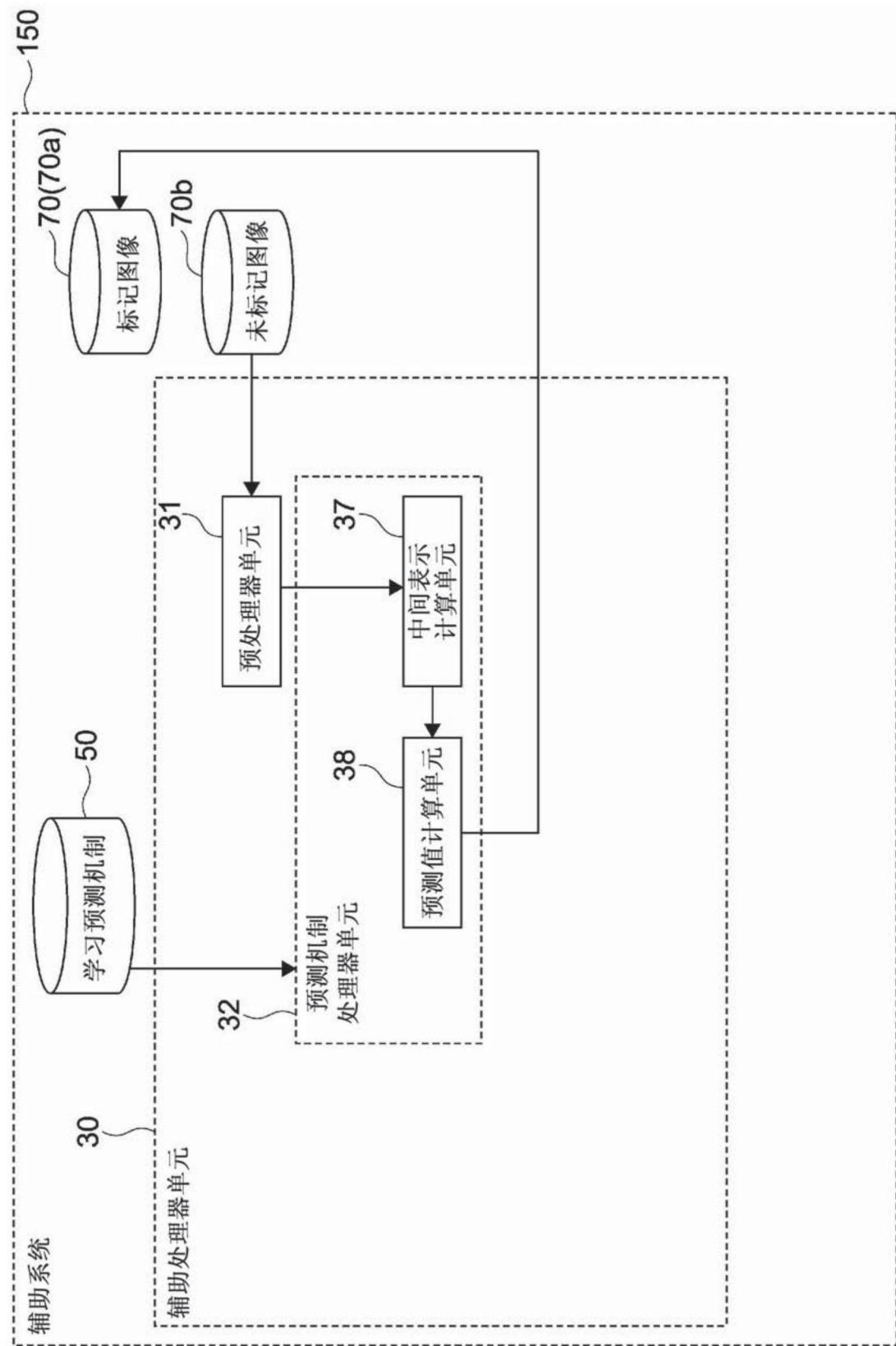


图16



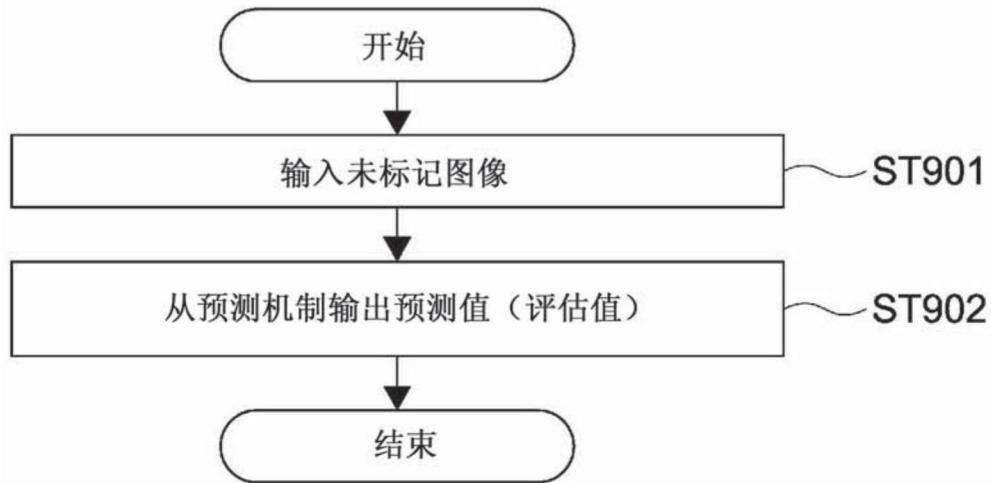


图18

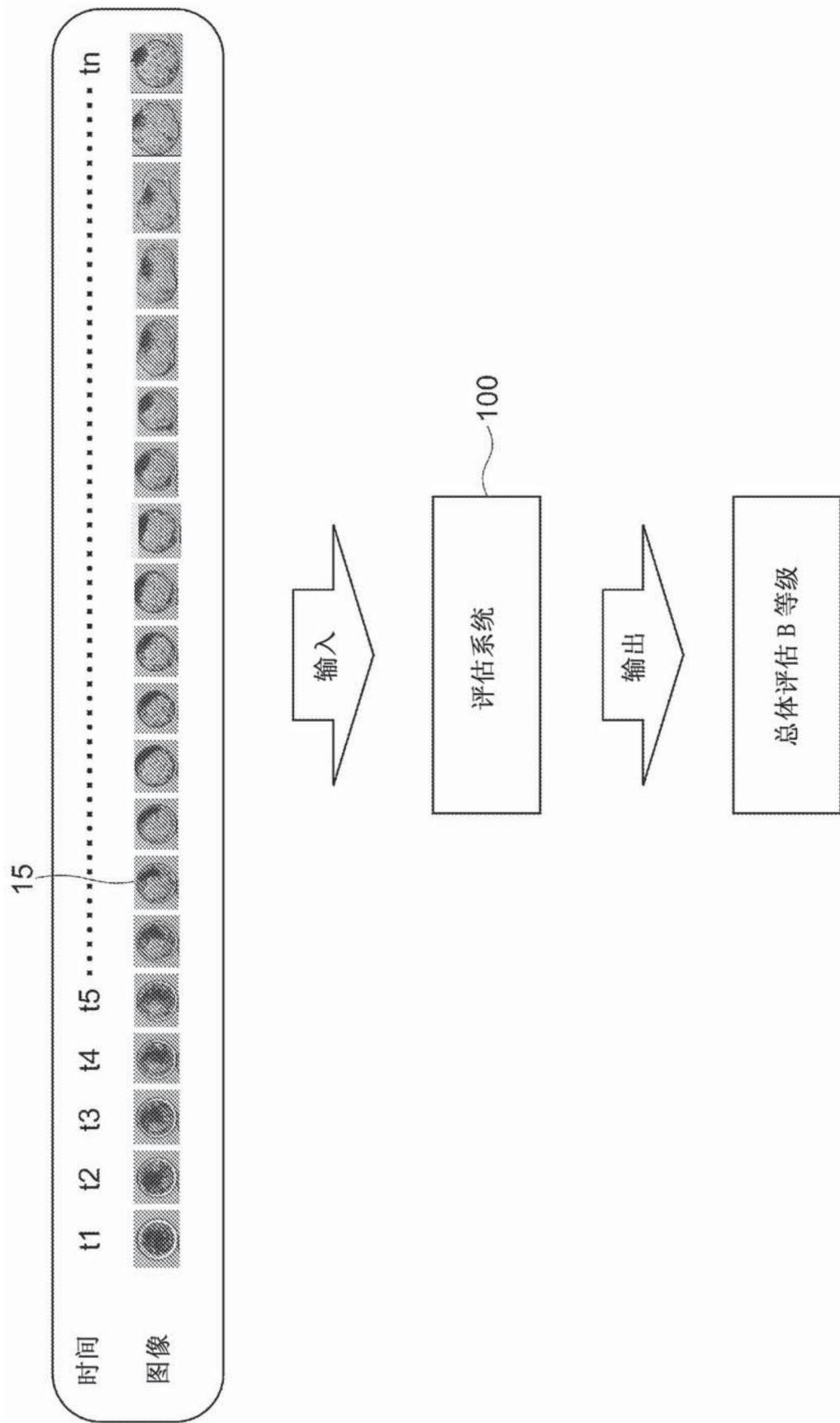


图19

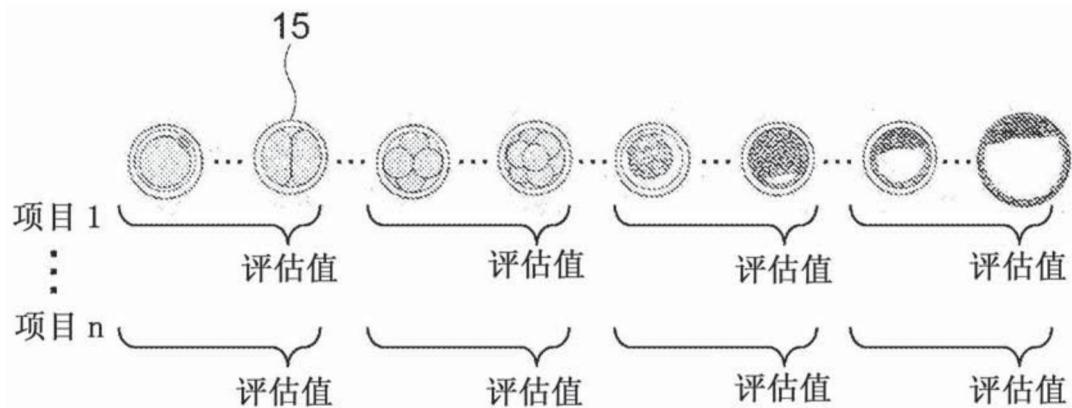


图20A

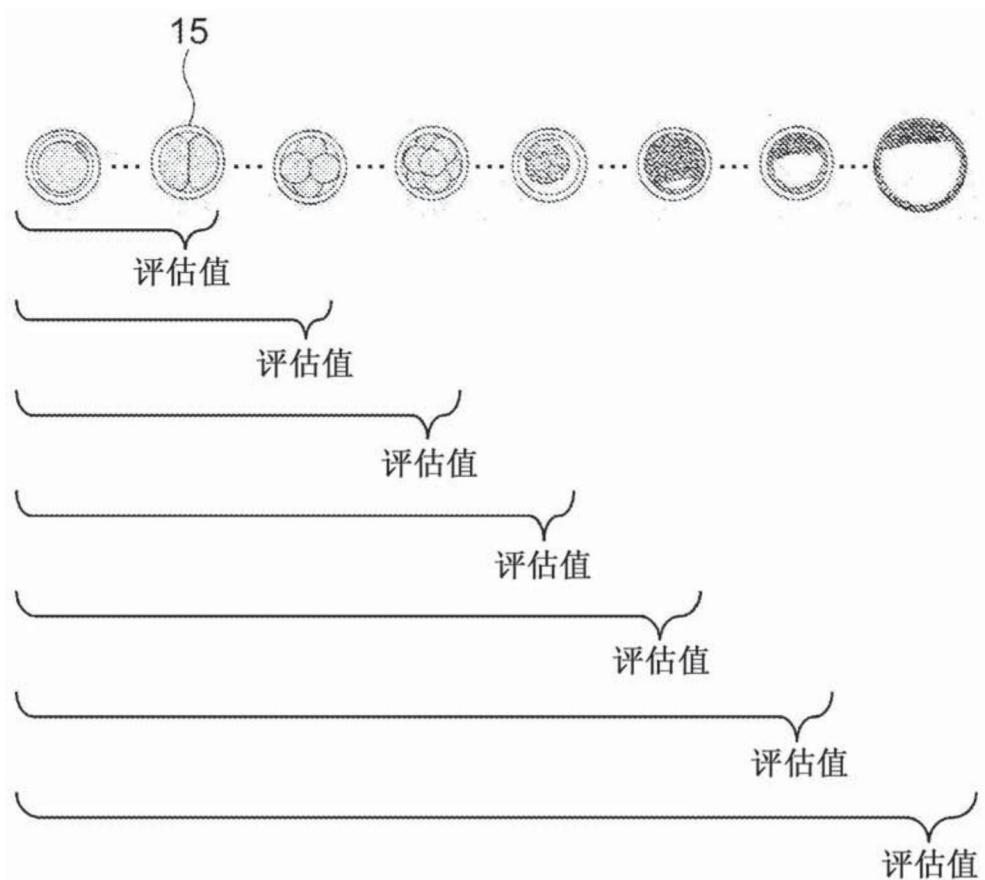


图20B

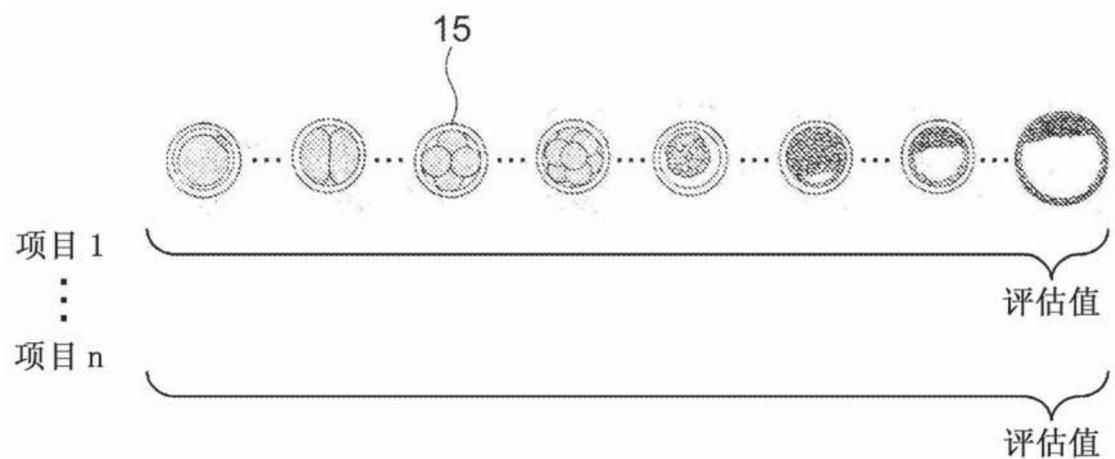


图21

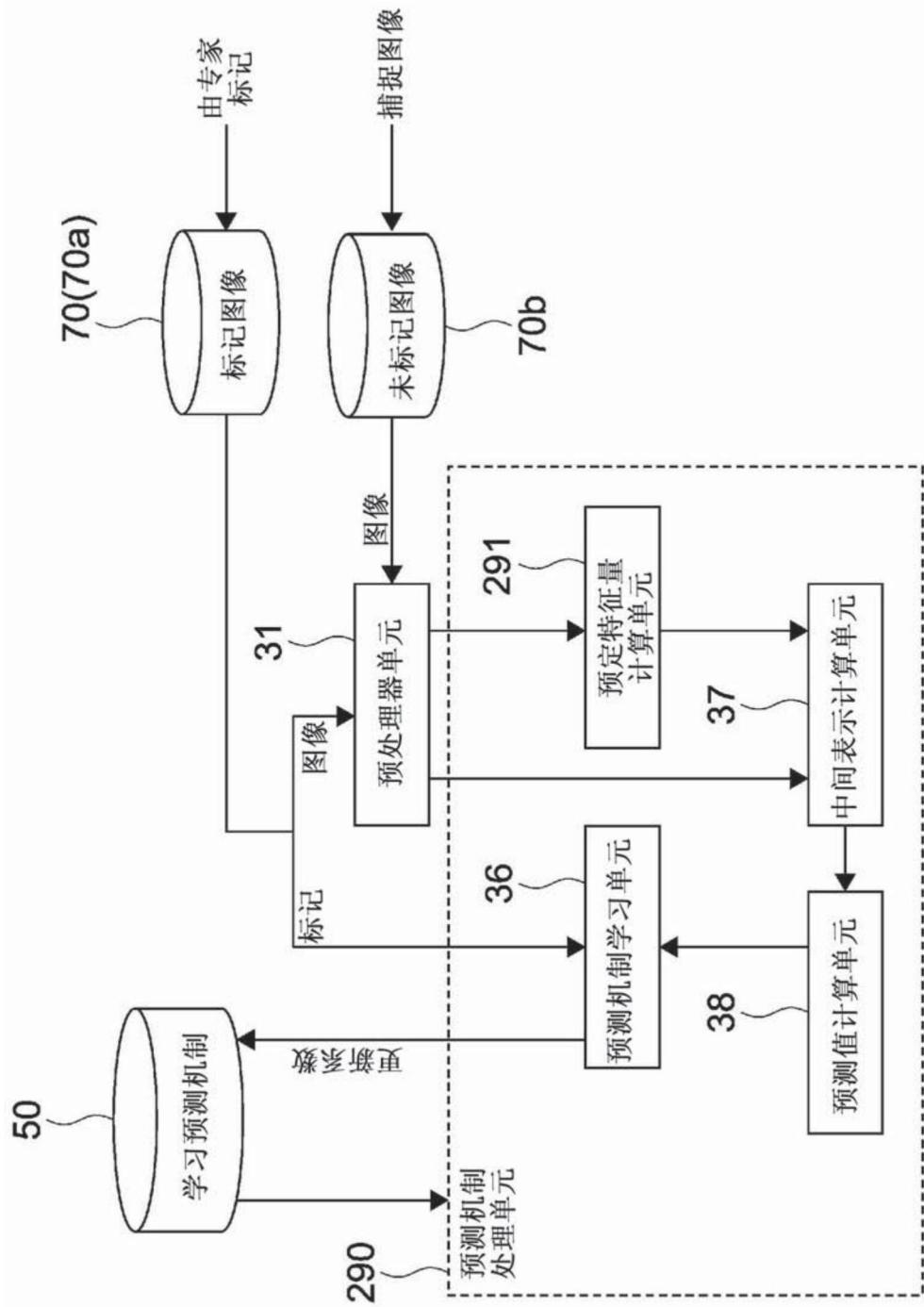


图22